Federico Sacco

CLASSIFICAZIONE

DEI TERRENI STRATIFICATI DELLE ALPI

TRA IL MONTE BIANCO E LA CONTEA DI NIZZA

DEL

CAVALIERE ANGELO SISMONDA

PROFESSORE DI MINERALOGIA NELLA R. UNIVERSITÀ DI TORINO

TORINO

DALLA STAMPERIA REALE

1852.

Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino,
SERIE II. TOM. XII.

I giudizii dei Geologi sull'età dei terreni sono fondati sulla natura delle roccie, sul loro giacimento e sui fossili in esse racchiusi: ma se l'originale composizione di quelle è cambiata, se l'ordine di soprapposizione è sconvolto, se infine i fossili scomparvero, ovvero non vi esistettero mai, in tali casi i giudizii si regolano sulle analogie, che il terreno ritiene con altri ben noti. Seguendo questo metodo il sig. Héricart de Thury, e quindi il sig. Brochant riferirono al periodo secondario varie maniere di roccie detrito-cristalline con antracite della catena principale delle Alpi; la qual cosa produsse gran meraviglia tra i loro contemporanei seguaci dell'antica scuola, dove s' insegnava essere quelle giogaie composte di roccie primitive. Venne di poi il Beaumont, il quale mosso da altre considerazioni, e particolarmente dalla presenza delle Belemniti in certune di quelle roccie, le collocò nel liasse. Nacque allora una discussione tra i Geologi, che non fu punto inutile al progresso della scienza, perchè contribuì a far vie meglio studiare la catena alpina. La gran contesa partiva dal trovarsi gli scisti belemnitici in alternanza con altri distinti

per impronte di vegetali del periodo del litantrace. Una così singolare unione arrivava nuovissima ai Geologi. Molti dubitarono sull'esattezza delle osservazioni, e taluni pretesero, che l'apparente alternanza provenisse da un sistema di curvature ondulate di quegli strati recise, o consumate nella parte curvata superiore, mentre le inferiori si nascondono nella profondità terrestre. Noi fummo tra i primi a difendere l'alternanza tra quelle due sorta di roccie, e confutare il supposto sistema di curve (1). Avemmo consentanei quanti la novità del fatto decise a visitare i monti della Tarantasia. Tra questi il Murchison, che per propria confessione sappiamo, che prima di conoscere quelle regioni inclinava arrendersi a chi professava l'opinione contraria alla nostra (2). Noi non crediamo esservi in oggi tra i Geologi conoscitori di quelle contrade chi nieghi l'alternanza tra le due qualità di roccie fossilifere, nè chi sostenga non spettare esse al liasse.

Accertata l'esistenza del liasse nelle Alpi restava a limitarsi la sua spessezza, cioè a dire restava a decidere se a questo terreno, ovvero ad altro più recente spettano le roccie accumulate su esso. A prima giunta il quesito pare di facile soluzione, mentre in vece è uno tra i più spinosi cui possa proporsi un Geologo, perchè riflette una contrada, dove le roccie di sedimento sono cristalline alla maniera delle primitive, e dove su qualche punto solamente si conoscono fossili, che a maggior nostra confusione non escono dalla zona liassica.

Tuttavia noi ci siamo accinti all'opera, ed abbiamo dato una classificazione dei terreni dell'Alta Savoia, dove le roccie sono ripartite in tre gruppi (3) corrispondenti a tre terreni della formazione giurassica. In allora si sarebbe potuto credere, che avessimo proceduto molto precipitosamente; ma la scoperta di fossili fatta in seguito al colle (*perron*) *des Encombres* nella giogaia tra la Moriana e la Tarantasia, e precisamente

---

(1) V. Osservazioni mineralogiche e geologiche per servire alla formazione della carta geologica del Piemonte, del Prof. Angelo Sismonda. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. II., e la Memoria sui terreni stratificati delle Alpi, del medesimo, inserta nel Tom. III. della suddetta raccolta accademica.

(2) V. Rozet, Note sur quelques parties des Alpes dauphinoises. Bulletin de la Société géologique de France, deuxième Série, Tome premier, page 651.

— V. Scipion Gras, Ingénieur des mines: Introduction à un essai sur la constitution géologique des Alpes. Bulletin de la Société géologique de France, Tome susdit, pag. 690, 765 et suiv.

— V. Murchison, In the Geological structure of the Alps Apennines and Carpathians. The Quarterly journal of the Geological Society of London, december 13. 1848.

(3) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. III. pag. 1.

sopra S. Michele (1) apportò a quelle nostre conclusioni un grado di evidenza, che prima, fuora di noi medesimi, pochi altri probabilmente erano disposti a ravvisarle. Il sig. Fournet in una sua importantissima Memoria letta *à la Société nationale d'Agriculture, d'Histoire naturelle et des Arts utiles de Lyon*, Memoria che ha per titolo: *Suite des études sur la Géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans* accenna ad una contraddizione di codesti fossili con un punto della mia classificazione. Non mi pare, che la cosa stia precisamente come pensa questo distintissimo Geologo, mio amico, perchè i fossili non spettano tutti al liasse, come diremo nel seguito della presente Memoria.

Dopo la pubblicazione di quella classificazione abbiamo continuato le nostre ricerche nelle Alpi coll' intendimento di vie meglio istruirci sulla loro composizione, e struttura. Siamo ora lieti di poter dire, che nulla abbiamo avvertito, che ci consigli a dipartirci da quelle nostre conclusioni, chè anzi le osservazioni nostre proprie, e quelle di altri Geologi accrebbero il numero de' fatti su cui abbiamo fondata la divisione dei terreni (2).

Ora è nostro intendimento di dimostrare, che i terreni dell'Alta Savoia passano ne' monti fiancheggianti la sinistra sponda della vallata del Po. Affinchè il lavoro riesca chiaro tratteremo di ciascun terreno in capitoli separati.

Seguiremo nella descrizione l'ordine di soprapposizione de' terreni cominciando dal basso e via via ascendendo al più superiore nella maniera seguente:

1.° Terreno cristallino.
2.° Roccie infraliassiche.
3.° Terreno antracitoso inferiore corrispondente, o rappresentante il liasse.
4.° Calcare con fossili del liasse superiore.
5.° Terreno antracitoso superiore corrispondente, o rappresentante le argille osfordiane (Oxford-Clay).
6.° Calcare degli ultimi tempi del periodo giurassico.

---

(1) V. Bulletin de la Société géologique de France, deuxième Série, Tom. V, pag. 410.

(2) V. Gras, Introduction à un essai sur la constitution géologique des Alpes, etc. Bulletin de la Société géologique de France, deuxième Série, Tom. I, pag. 690 et suivantes.

Vi sono roccie comuni a tutti codesti terreni, ma ciascuno ne ha poi delle proprie. Conoscendo le une e le altre puossi sovente con questo solo mezzo apprezzare il terreno, che rappresentano. È però mio debito di avvertire, che le roccie variano essenzialmente dall'una all'altra parte delle Alpi. Noi esporremo la nostra opinione sull'origine di tali differenze dopo di avere discorso dei terreni in particolare, astenendoci d'entrare in troppo minuti particolari per non ripetere ciò che da noi fu detto in altre Memorie.

TERRENO CRISTALLINO.

Chi percorre le Alpi nel verso dei due assi longitudinale e trasversale scorge varie sorta di roccie: le une massiccio-cristalline (plutoniche), le altre stratificate. Scorge le prime acconciate tra le seconde rotte, squarciate e più o meno su queste inclinate come fossero da esse sorrette. Studiando a parte a parte le due categorie di roccie rileva essenziali differenze di composizione da poterle sottodividere in gruppi minori, e per non citare ora, che le roccie massiccio-cristalline, trova, che si rannodano a due roccie principali, le quali si possono avere come tipi, e sono queste la serpentina, ed il granito. I varii gruppi di roccie plutoniche sono in file con direzione determinata. Molte di esse file sono parallele, e queste sono formate delle roccie del medesimo genere, le quali fanno colle file delle roccie di genere diverso, medesimamente tra esse loro parallele, angoli più o meno aperti. Le roccie stratificate corrono parallelamente a codeste file, dimodochè gli strati, com'esse file, sono gli uni per rispetto agli altri paralleli, od obliqui. Volendo riunire in terreni le roccie mancanti o scarseggianti di fossili come quelle delle Alpi centrali, la sola pratica, che possa condurre a risultamenti meritevoli di confidenza, si è la giacitura delle roccie stratificate. Noi abbiamo seguito questo metodo, che emerge naturalmente dalla teoria del Beaumont, la quale statuisce, che le roccie plutoniche non arrivarono in una sol volta alla superficie terrestre, ma che vi furono sospinte ripartitamente ad intervalli grandissimi, al compiersi cioè dei cataclismi, che distruggendo un ordine di cose invecchiato ne preparavano un nuovo a cui era decretato il medesimo fine.

L'origine delle roccie cristallino-stratificate è uno di que' tali argomenti

su cui si esercitarono i più distinti Geologi dell'età presente. De Saussure nella classica sua opera sulle Alpi non consacrò un capitolo a parlare dell'origine delle roccie, nè giudicò la loro età relativa, come l'intendiamo noi presentemente, ma qua e là si palesa tutt'altro che partigiano cieco, e esclusivo dei principii della scuola Werneriana in allora dominanti. Anche chi è di difficile contentatura vi scorge come quell'Autore fosse persuaso, che nella formazione di certe roccie cristallino-stratificate, e sto per dire degli stessi conglomerati, l'acqua fosse stata sussidiata da un altro agente. Ciò che per quel celebre Geologo è stato, e non poteva essere altro, che un presentimento, divenne una verità dimostrata coll' acquisizione fatta dalla scienza della teoria del metamorfismo. Pochi, io credo, sono i paesi ove meglio che nelle Alpi si possano seguire i suoi effetti. Perchè non facessero velo a' miei giudizii, e perchè le mie esposizioni meritassero l' intiera fiducia altrui, dopo d' avere indagato la natura, e lo stato delle roccie attorno attorno il monte Bianco, ne seguii gli strati con quanta diligenza permette la selvatichezza de' monti da un lato fino al Monterosa, e di là molto innanzi nella Svizzera, dall'altro fino al dipartimento francese delle basse Alpi, ove l' alterazione delle roccie non è tale da far credere, che sieno molto cambiate dallo stato originale. Nel corso di quelle esplorazioni osservai la medesima roccia mutare a luogo a luogo di struttura, o di composizione: vidi arenarie compatte, e psammiti convertirsi in bellissimi quarziti: vidi gli scisti argillosi teneri passare alle ardesie fissili, e agli scisti lucenti: vidi le poddinghe argillose, o ardesiache, divenire anageniti talcose, e così andiamo via discorrendo di altre roccie. La massima alterazione si ravvisa presso le roccie plutoniche, di dove si estende con decrescente graduata intensità in maniera da finire per essere appena apprezzabile, locchè suggerì al Beaumont di paragonare le roccie delle Alpi ad un tizzone, dove la fibra è meno alterata a mano a mano che s'allontana dal punto, o capo arso.

Un fatto non meno interessante e curioso del precedente mi avvenne di rilevare studiando le Alpi; consiste questo nella relazione, che sta tra la composizione delle roccie cristallino-stratificate, e le plutoniche, o meglio tra le roccie sedimentose metamorfosate, e le plutoniche metamorfosanti: così nelle contrade granitiche le roccie stratificate soprabbondano d'ordinario di felspato; in vicinanza del gesso lo scisto ardesia-bruno diviene rossiccio con grandi macchie verdi; i conglomerati vi assumono tinte analoghe, e sono più talcosi ch'altrove. Ma dove il fatto si rende più evidente,

si è presso la serpentina, in quanto che di essa sono invasi i soprastanti strati di qualunque natura essi sieno. Se vi stava lo gneis, vi trovi lo steascisto porfiroide, cioè a dire una roccia talco-quarzosa con felspato in cristallini aggruppati a foggia di globicini: se vi stava il quarzite, vi rinvieni una roccia di tinta verde più o meno intensa, e al tatto più o meno dolce, secondo la quantità di materia serpentinosa in essa sciolta (scisto verde, Studer); vi trovi poi varie maniere di steascisti, gli uni amfibolici, gli altri amfibolo-granatici, che sono forse degenerazioni o metamorfosi di scisti argillosi; se vi stava calcare, vi trovi la dolomite, o l'oficalce; talvolta vi trovi tutte codeste roccie l'una sopra l'altra senza che la serpentina salga attraverso di esse. Ora, domando io, se si può dare prova maggiore di questa della sublimazione attraverso le roccie, delle sostanze emanate dalle profondità terrestri? Si vorrà forse dire, che le roccie sedimentose contenessero i principii necessari, perchè sotto l'influenza della serpentina provassero quelle metamorfosi? In tal caso codesto stato era un accidente tutt'affatto locale, imperocchè quelle roccie scostandosi dalla serpentina ritengono una metamorfosi di un'altra natura, sono semplici gneis, quarziti, scisti micacei, scisti lucenti, calcare cristallino, ecc., e ritornano dolomiti, oficalci, steascisti, scisti verdi, steascisto porfiroide, ecc., ad un nuovo contatto colla serpentina. Con tali fatti sott'occhio non è possibile non ammettere l'infiltrazione pegli strati di sostanze, che persistono a rimaner fisse coi più potenti mezzi di sublimazione, che per noi si possa disporre. E come io deciderebbero per sicuro coloro, i quali si recassero a studiare le regioni serpentinose nelle valli d'Aosta, di Susa, di Lanzo, di Viù, al Monteviso, negli Apennini liguri ecc. Mentre i vapori delle roccie plutoniche operavano nella suindicata maniera, esse non si rimanevano passive, imperocchè irradiando calorico in gran copia favorivano, dove non giunsero i vapori, la cristallizzazione, e spesso la genesi di nuove roccie, acconciando i principii mescolati alla combinazione. E tutto ciò, da quanto pare, senza promuovere la fusione, avendo gli strati tra le altre cose una grossezza uniforme in tutti i versi, sebbene facenti coll'orizzonte angoli di ragguardevole grandezza. Del resto la liquefazione non è una condizione necessaria al metamorfismo; diffatti noi siamo testimonii del cambiamento di struttura, che avviene al ferro fibroso, mediante repentine vibrazioni: al calcare, mediante l'avvicendarsi del caldo e del freddo; all'acciaio, mediante la tempera; siamo pure testimonii di combinazioni chimiche senza che segua tra le sostanze un cambiamento di stato; così succede

cimentando ad una elevata temperatura ferro dolce e carbone polverizzato, così succede alla porcellana dura nella prima sua cottura (*dégourdi*), onde abilitarla a ricevere la vernice, o copertura. Dobbiamo poi aver presente che siamo lontani dal conoscere tutti i mezzi, di cui si servì la natura per raggiungere i suoi fini, nè quelli noti diedero sempre nelle nostre mani risultamenti identici agli antichi. Così invano tenteressimo la sublimazione di parecchie delle sostanze, ch' entrano a formare i filoni, quantunque secondo le ricerche dei Beaumont, Fournet, Baral, ecc. ecc. quella sia la via per cui arrivarono al posto ove si trovano. Per certune ve ne concorsero forse di quelle naturalmente gazose, come l'acido fluorico; noi siamo dispostissimi ad ammettere nel metamorfismo come sussidio al calorico ed all'elettricità fluidi gazosi, e abbiamo piena fiducia di ottenere il suffragio di chiunque intraprenda a studiare le roccie nelle Alpi.

Posto dunque, che vi furono casi in cui le roccie di sedimento acquistarono mediante il metamorfismo i caratteri, composizione e struttura, che furono per lungo tempo risguardati prerogativa delle roccie primitive, si presenta naturale il chiedere a quale terreno spettino quelle, che nelle Alpi sono a questa guisa composte. Il quesito non è al certo di quelli facili a risolversi; non pertanto diremo, che gli studii intrapresi su esse ci portano a dividerle nei tre seguenti gruppi, fondati sulla genesi della roccia medesima.

1.° Gneis plutonico.

2.° Gneis, micascisto, ecc. primitivi.

3.° Gneis metamorfosato.

Gneis plutonico. Chiamiamo gneis plutonico quello, che secondo noi arrivò alla superficie terrestre alla maniera del granito, della serpentina, ecc. Tuttavia alcune volte è stratificato, ma più sovente le fessure da cui è diviso sono commettiture di clivaggio, come avverte il passare che fanno in qualche punto pei cristalli di felspato, i quali restano divisi in due parti combacianti insieme. I suoi componenti sono talvolta rimescolati, ciocchè forse indusse molti Geologi a chiamare questa roccia *granito stratificato.* A questo gruppo appartiene la maggior parte dello gneis nei monti sopra Varallo nella valle della Sesia; sopra Cuorgnè nella valle dell' Orco; nella giogaia, che, dal luogo detto le Scale, in questa medesima valle si estende in quella della Stura passando pelle vette ove havvi il lago di Aiasse, ecc.

La stratificazione vera o apparente, e la struttura sono le ragioni, che ci fanno classificare questa roccia collo gneis, mentre sarebbe più naturale metterla col granito, avendo con esso comune l'origine, e l'azione sulle roccie stratificate.

Gneis, micascisto ecc. primitivi. Fra lo gneis plutonico ed il primitivo esistono differenze abbastanza sensibili, perchè la divisione non abbia da parere arbitraria, nè una di quelle sottigliezze meramente scolastiche. I caratteri stanno nella giacitura, e nella struttura. La giacitura offre a questo riguardo grandi lumi ogni qual volta si conosce ne' più minuti particolari la geologia del paese, e specialmente la parte, che riflette la struttura delle catene montagnose. Ma spesso la struttura della roccia è un mezzo più spedito e facile per apprezzare la sua origine: così lo gneis primitivo è sempre scistoso: i suoi componenti sono di mediocre grandezza, il solo felspato vi è talvolta in grossi cristalli: gli strati sono pel solito di mezzana grossezza. Ma la particolarità sta in ciò, che le commettiture non passano mai pei cristalli di felspato come abbiamo avvertito parlando dello gneis plutonico. Cosifatto gneis nelle Alpi non abbonda come per avventura taluni sarebbero portati a credere, anzi a dir vero, io penso, che pochissimo terreno primitivo si trovi alla superficie terrestre. Molte roccie state indicate per tali si riconobbero in seguito sedimenti metamorfosati; a misura che si progredirà nello studio della corteccia terrestre vedremo accrescersi la categoria delle roccie metamorfosate a spese di quella del terreno primitivo. Nelle Alpi simile correzione si compierà su amplissima scala. Noi ne abbiamo dato l'esempio, e prevediamo, che molte altre mende di questo genere attendono le nostre memorie su questa catena. Ma non credo di venire indotto da nuove osservazioni a togliere dal terreno primitivo lo gneis a grossi cristalli di felspato (*porfiroide*) ch'esce di sotto la gran massa di gneis granoso, di cui sono per la massima parte costituiti i monti sopra Pinerolo, di Cumiana, ecc. (1). Le due roccie giacciono l'una sopra l'altra discordemente: la superiore è con struttura scisto-granosa: i grani sono minuti e fitti: le faldelline sottili e serrate. Tutte queste circostanze unite sono quelle, che ci persuasero a classificare nella maniera da noi tenuta le due specie di gneis, e ora ci consigliano a mantenerla senza variazioni.

---

(1) V. Notizie e schiarimenti sulla costituzione delle Alpi piemontesi, del Cav. Angelo Sismonda, Prof. di Mineralogia. Memorie della R. Accademia delle Scienze, Serie II. Tom. IX.

Lo gneis primitivo è sovente associato a micascisto, dove il mica è a larghe lamine, ed il quarzo omogeneo vetroso. Le due roccie non sono sempre nettamente distinte; come suolsi dire si fondono l'una nell'altra, nella stessa maniera, che questo gneis per graduata transizione pare immedesimarsi col plutonico, e questo col granito. Tutto nella natura si tiene unito, e forma una catena non interrotta (1).

Gneis metamorfosato. Nelle Alpi havvi gneis metamorfosato in quasi tutti i terreni. Quello di cui intendiamo parlare in questo capitolo giace sotto l'intiera serie delle roccie stratificate metamorfosate, motivo per cui si potrebbe senza le debite avvertenze scambiare collo gneis primitivo. Quest'ultimo, come dissi, è scarsissimo; se avviene che sia congiunto col metamorfosato, le due roccie, per quanto mi risulta dalle osservazioni mie proprie, risiedono l'una sull'altra sconcordemente: ma poi si distingue lo gneis metamorfosato pella struttura finamente granosa del quarzo, e del felspato. Ad ogni passo nelle Alpi si ha sott' occhio gneis di questa natura. Noi veniamo di citarlo nei monti di Pinerolo e di Cumiana. Moltissime altre regioni potressimo indicare, ove esiste questo medesimo gneis, parimente scevro di calcare, di scisti, insomma di quelle roccie, le quali possonsi dire compagne indivisibili dello gneis meno antico di quello, di cui ora ragioniamo. Ma tralasciamo questi particolari perchè sono consegnati qua e là nelle Memorie, che abbiamo pubblicate su questa catena.

Poichè forma un orizzonte geologico indipendente, cioè a dire, non è legato colle roccie che vi stanno sopra, nè con quelle che vi sono sotto, rappresenta dunque un terreno particolare. Sarebbe di grande importanza pella scienza il conoscere a quale periodo geologico spetti! Per ora nulla di preciso si può asserire: intanto aspettando da ulteriori studi nuova luce intorno alla questione, noi ci facciamo ad esporre l'opinione, che abbiamo concepita in seguito alle nostre indagini.

Codesto gneis metamorfosato nei monti di qua come di là delle Alpi, dal Sempione al mare, e per tutta la larghezza a cui s'estendono gli Stati Sardi giace su roccie, che tutto porta a credere primitive: sopra poi vi sta il terreno liassico, o roccie detritiche da esso terreno probabilmente dipendenti; laonde in definitiva la grossa massa di gneis metamorfosato

(1) Saussure, Voyage dans les Alpes, paragr. 696: On voit encore dans cette montagne (Col de Balme) un bel exemple des gradations par lesquelles la nature a passé de la formation du granit en masse, à celle du granit veiné, et de celui-ci à la roche feuilletée quartzeuse.

è racchiusa tra il terreno primitivo ed il liasse, e si deve pertanto riferire ad uno, od a più periodi geologici trascorsi tra i due nominati terreni. Questo è quanto si può assicurare intorno alla sua età; nessuno vi sarà per certo, che non apprezzi grandemente questo dato siccome il primo passo verso più particolarizzata scoperta. Io poi porto opinione che la sua formazione abbia preceduto il periodo carbonifero, dimodochè corrisponderebbe a quello spazio di tempo trascorso tra la formazione di questo terreno, ed il cambriano inclusivamente. Il perchè poi manchi nelle Alpi il terreno carbonifero ci è svelato dalla direzione di certe dislocazioni, le quali ci dicono che a quel tempo quivi emergeva dall' Oceano una lunga isola, che le acque lavavano di continuo. A sbrogliare codesta intricatissima questione bisognerebbe studiare accuratamente le dislocazioni dei terreni antichi, la qual cosa non è di facile esecuzione, e forse non darebbe risultamenti decisivi, non essendo sperabile, per causa degli sconvolgimenti dei monti, che l'operazione si compia come richiedono le esigenze a cui si vorrebbe con essa soddisfare.

Ho annunziato nelle Alpi roccie sedimentose divenute col metamorfismo analoghe alle primitive. Spero, che le ragioni da me riferite avranno giustificato il fatto; ma se non è così, se m' inganno, avrò presto da narrare altri fatti, che porto fiducia faranno meco convenire anche coloro, i quali fin qui si mostrarono meno propensi alla teoria del metamorfismo.

Passo ora a parlare delle roccie sedimentose similmente metamorfosate soprapposte alla gran massa di gneis. Meno imbarazzati ci troveremo a giudicarne l'età, imperocchè oltre i dati forniti dalla loro natura, e dalla stratificazione avremo la fortuna di essere illuminati da' fossili. Alla verità non vi sono comuni, nè in gran numero, ma vedremo i pochi fin qui trovati confermare la classificazione di cui ci siamo fatti difensori.

ROCCIE INFRALIASSICHE.

Sulle roccie cristalline primitive, o metamorfosate, risiedono poddinghe scistose, quarziti ed altre consimili roccie, come fu già notato dai due grandi indagatori delle Alpi De Saussure e De Beaumont, nei monti

della Savoia (1). Vi stanno sopra scisti argillosi (ardesia), e calcare scistoso cristallino con Belemniti, ed altri fossili. Le due categorie di roccie discordano nella stratificazione, pertanto non osammo unirle nel medesimo terreno; nè volendo con questo solo dato arbitrarci di elevarle a terreni indipendenti segnalammo nelle nostre Memorie sulle Alpi il fatto all'attenzione dei Geologi, chiamando la serie delle roccie detritiche, su cui regna l'incertezza, *conglomerati infraliassici* (2). Il FOURNET procedette meno dubbioso di noi, e la divise in due gruppi: assimilò l'uno al terreno triassico, l'altro al terreno carbonifero (3). Così egli unisce per questa parte le Alpi alle catene montagnose vicine, dove codesti due terreni, come ognun sa, sono sviluppatissimi. Non intendo di contraddire all'opinione del mio distintissimo amico, nè però vi accedo, volendo prima fornirmi, con un viaggio in quelle contrade, delle cognizioni, ch'ora mi mancano per prendere una decisione in cosa di così grande rilievo pella scienza. Ma qualunque sia il partito a cui m'appiglierò, fin d'ora io scorgo, che non influirà sulla classificazione di que' terreni da me pubblicata, ed adottata dal FOURNET, imperocchè colla

---

(1) V. SAUSSURE, *Voyages dans les Alpes, paragr. 594: C'est un fait bien important, à ce que je crois, pour la théorie de la terre, et qui pourtant n'avait point encore été observé; que presque toujours entre les dernières couches secondaires et les premières primitives, on trouve des bancs de grès ou de poudingues.*

Paragr. 696. On y voit aussi, comme je l'ai déjà observé ailleurs, des poudingues interposés entre les primitives et les secondaires. On y observe encore des gradations entre ces deux ordres de montagnes; on voit les plus anciennes de l'ordre des secondaires contenir quelques élémens des primitives, les pierres calcaires par exemple, renfermer des feuillets de mica.

V. BEAUMONT, *Annales des Sciences naturelles, Tom. XV. pag. 354: Dans la plus grande partie du contour de la vaste* Boutonnière, *qui laisse paraître au jour la chaîne primitive dont j'ai parlé ci-dessus, les premières assises secondaires présentent un grès à grain plus ou moins grossier passant à un poudingue, dont les poudingues de Valorsine, du Trient, d'Ugine, d'Allevard, de la Ferrière, les grès à anthracite de la Motte et du Valbonnais, et les grès de Petit-Cœur, sont des exemples particuliers; mais qui parait se soutenir d'une manière continue sur tout le pourtour des montagnes primitives et les recouvrir toujours immédiatement* .....

(2) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. IX.

(3) Il FOURNET accenna quest' opinione nell' interessantissima descrizione, che fece dei terreni delle Alpi, inserita nelle Memorie *de la Société nationale d'Agriculture, d'Histoire naturelle etc. de Lyon* sotto il titolo di: *Suite des études sur la Géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans.*

Riprende la medesima questione, e la svolge in una nota inserita nella medesima raccolta, col titolo: *Note sur quelques résultats d'une excursion dans les Alpes, faite en août et septembre 1849.* Questa nota è riferita nel *Bulletin de la Société Géologique de France, deuxième série. Tom. VII. pag. 548.*

conferma, che gli accennati conglomerati appartengono parte al terreno triassico, e parte al carbonifero, resterà viemmaggiormente plausibile, che i sovrapposti scisti belemnitici appartengano al liasse, e per questa stessa ragione cesserà dal recare maraviglia la presenza in essi d' impronte di piante del periodo carbonifero. La conferma insomma delle opinioni del Fournet sarà, a mio avviso, un nuovo trionfo pelle idee del Beaumont alla cui ampliazione e dimostrazione tendono le mie Memorie sulle Alpi.

La poddinga è composta di ciottoli della medesima natura delle roccie cristalline su cui è adagiata. Non le circonda compiutamente; dove manca, stanno le roccie di uno dei terreni superiori. Non è più la medesima cosa nelle Alpi acquapendenti nella vallata del Po; quivi a nostra conoscenza non esiste poddinga di questo periodo, ma ne occupa il posto un quarzite a grana più o meno grossa, dove puro, dove micaceo e dove felspatico. È sviluppatissimo nei monti a mezzogiorno di Pinerolo, e soprattutto al monte Bracco nelle vicinanze di Barge, ove contiene mica, ed in alcuni straticelli un pochettino di felspato. Di là si estende nei primi contrafforti delle Alpi marittime, ove tratto tratto vien fuori da sotto scisti, e calcare scistoso cristallino su cui ve ne sta del brecciato, e dell'omogeneo in grossi banchi. Accenno queste particolarità perchè cotanto servono all'uopo nostro, che si è di dimostrare l'esistenza dei medesimi terreni nelle due parti delle Alpi. Questa non è un' idea venutaci or ora in mente, giacchè l'abbiamo sovente manifestata nelle nostre Memorie stampate nei precedenti Tomi accademici. E siccome non potevamo citare fossili in suo favore, non essendosene giammai rinvenuti in quelle parti che più importava pello scopo nostro, cercammo di supplirvi con una particolarizzata descrizione delle roccie, onde ognuno si persuadesse, che se quelle di una contrada non somigliano a quelle dell'altra, non si deve tuttavia arguire, che spettino a terreni di età diversa, provenendo tal cosa da cause tutt'affatto locali. Insomma ci adoperammo ad elevare al rango di verità il pronostico pronunziato dal Beaumont, ove parlando dei terreni della Savoia così si esprime: ..... *j'espère parvenir à prouver, dans un autre travail* (che si attende sempre), *que c'est précisément le prolongement de ces mêmes couches, qu'on voit se relever à l'approche des masses isolées de gneis, du Mont-Cenis et du Mont-Viso. Annales des Sciences naturelles, Tom.* 15, *pag.* 358. Un concetto identico ne riportò il Fournet da' suoi viaggi, salvo la proposta modificazione, o piuttosto specificazione della serie di quelle roccie da noi chiamata *infraliassica.*

Il suffragio, di cui ci onora questo dotto ed esperto Geologo, ci è di conforto a confidare in quei principii, che ci servirono di guida nei nostri lavori, dove i fatti sono narrati con quella sincerità, che dà bando ad ogni preconcetta idea teorica.

TERRENO ANTRACITOSO INFERIORE.

(LIASSE INFERIORE).

Il terreno antracitoso inferiore è formato nella Savoia da una serie di roccie con svariata composizione. Sono: scisto ardesia, quarzite micaceo bruno, calcare cristallino scistoso, poddinga quarzosa, e breccia calcare. Non alternano fra esse tutte, chè anzi sono in certa qual maniera divise in tre gruppi, la quale spartizione non vuole essere negligentata, potendo col progresso della scienza, fornire curiosi lumi sulle vicende della terra a quel giro di sua formazione. Lo scisto ardesia, il quarzite bruno, ed il calcare scistoso stanno alla parte inferiore del terreno, cioè a dire succedono immediatamente alle roccie infraliassiche nell'ordine di soprapposizione con cui sono qui nominate, e ciò si ripete parecchie volte di seguito, cosicchè costituiscono un deposito alternante di considerevole grossezza. Attraversano la Savoia, ed arrivano da una parte nella Svizzera, e dall'altra nella Francia colla direzione N. 20° E. S. 20° O., inclinati fino di 70° all'E. 20° S. Una tal giacitura si osserva sul dorso della catena di granito-protogina, che parte dal Monte-Bianco, e giunge in Francia, traversando la Tarantasia presso Albert-Ville, e la Moriana presso S'-Jean; ma sulla catena, ove si separano le acque per discendere da un lato in Italia, e dall'altro in Francia, le medesime roccie un poco più alterate, sono alzate verso il S. E.; esse dunque sono piegate a guisa di sifone, o meglio a guisa di fondo di battello. Ved. Tav. 2.ª

Tra lo scisto ardesia addossato alla catena di protogina vi sono straticelli di antracite, non abbastanza ricchi per meritare le spese di scavazione. Interessano però grandemente il Geologo, inquantochè contengono impronte di foglie sovente fatte talcose, che svelano da quali specie di piante provenga quel combustibile. Di esse occupossi Adolfo Brongniart, e dopo lui altri Fitologi le studiarono, e sono unanimi nel dichiarare,

che appartengono a specie proprie alla vegetazione del periodo carbonifero (1), locchè non sarebbe motivo di maraviglia, se a quegli strati non ne fossero associati di quelli, dove si trovano con qualche abbondanza Belemniti, Pentacriniti, Ammoniti ecc. evidentemente liassici. E ciò non in un unico punto della catena, ma in parecchi, dei quali mi limito a qui nominare lo spazio tra il luogo detto *le Gite*, e il colle *de la Sauce*, attiguo a quello *du Bonhomme*; il colle della Maddalena nei monti tra la Tarantasia, e la Moriana; la valle del Glandon; i contorni del Bourg-d'Oisans nel Delfinato, ove si trovano le tre sorta di avanzi organici testè citati.

Una simile unione di fossili imbarazzò non poco i Geologi nel dare il loro giudizio sull'età del terreno. E come era naturale che avvenisse, chi prese per norma le impronte vegetali lo disse del periodo carbonifero, e chi in cambio si attenne alle spoglie animali non potè assegnargli un'antichità maggiore di quella del liasse. Il consiglio di preferire le spoglie animali partì dal Beaumont, le cui ricerche diedero origine alla questione, a cui presero parte i più distinti Geologi dell'età nostra. Senza far precedere uno studio delle località, si emisero dubbi sull'esattezza dei fatti, solo perchè erano in evidente contraddizione coll'opinione in allora invalsa, che ogni periodo geologico si distingua per una organizzazione sua propria. Negossi pertanto l'unione intima, la vera alternanza cioè tra le due roccie fossilifere (2), spiegando l'avvicendarsi or

---

(1) V. *Observations sur les végétaux fossiles des terrains d'anthracite des Alpes; par Ad.* Brongniart, *Annales des Sciences naturelles, Tom. 13. pag. 127*, e la nota aggiunta alla Memoria del Beaumont *Sur un gisement de végétaux fossiles, etc. Annales des Sciences naturelles, Tom. 15, pag. 375.*

De la Bèche, *Address delivered at the anniversary maeting of the Geological Society of London* 1849.

(2) Nel settembre del 1850 percorsi una parte delle Alpi della Savoia in compagnia dei signori Professori Chamousset e Vallet. Facemmo una gita nel Delfinato, e nel calcare cristallino scistoso, nero, del monte al Sud del borgo d'Oisans, trovammo una Belemnite, e impronte vegetali, che giudicammo di Fuchi. Volendone informato il Beaumont gli mandai la mostra con preghiera di sottoporla all'esame del sig. A. Brongniart, dalla cui compiacenza ricevetti, per mezzo dello stesso Beaumont, la seguente notarella: *Les impressions du Bourg-d'Oisans associées à une Bélemnite ont beaucoup de ressemblance avec les Fucoides du macigne de la Toscane, etc., mais peut être encore plus avec certaines Varechs de forme des Fucoides du lias de Ball.* Con questa scoperta resta sempre più accreditato il giudizio dato sull'epoca delle roccie di codesta zona colla sola scorta delle Belemniti. Noi portiamo fiducia, che non desistendosi dal cercare, si finisca col tempo per rinvenire rimescolate nel medesimo strato, le spoglie organiche summenzionate, e le impronte vegetali degli scisti di Petit-Cœur, che tennero sospesi distintissimi Geologi dall'aderire a tutta prima alla sentenza, a cui molti altri fatti consigliavano attenersi circa la loro età.

l'una, e or l'altra, con un sistema di piegature. Per tal modo si stabiliva, secondo l'ordine delle loro idee, che gli scisti con impronte vegetali stiano sotto a quegli con Belemniti, Ammoniti, ecc. Il ritrovato non è nuovo, ma non conviene ai monti di Petit-Cœur a cui si volle applicare. Difatti chiunque si rechi colà si convincerà facilmente sull'inesattezza di quella supposizione, scorgendo gli strati adagiati gli uni sugli altri in una maniera piana, e senza piegature, come accertano tutti i Geologi che vi andarono (1).

Si difese con insistenza, e molt'arte il proposto sistema di piegature, perchè con esso spariva la contraddizione, che una simile unione di fossili produceva colle idee adottate sullo sviluppo della organizzazione. Ma non andò guari a riconoscersi altri fatti della stessa natura, come non tardossi a constatare la ricomparsa in certi terreni di esseri organizzati, i quali avevano cessato di esistere da tempo remotissimo. Esempi dell'uno, e dell'altro avvenimento sono riferiti in tutte le opere di Geologia de' tempi presenti; noi rammentiamo quello notissimo di S. Cassiano. Ivi fossili del Muschelkalco sono associati a quelli del terreno giurassico (2), i quali, predominando in numero, furono prescelti pella classificazione del terreno. I Geologi inglesi raccontano esempi di unioni frequenti di fossili di tempi diversi, specialmente nei terreni anteriori al periodo carbonifero (3). Per parlare di cose meno lontane da noi, citerò la formazione terziaria, dove alcune specie ricompaiono in due, e taluna in tutti e tre i terreni in cui essa viene divisa. Ora convenendo, siccome consigliano i fatti, che molte specie, ed alcuni generi di esseri organici abbiano survissuto a due o più cataclismi, e volendo tuttavia da tali esseri regolare l'età relativa dei terreni, parmi naturale cosa, che nei casi in cui spoglie di un determinato orizzonte geologico, trovansi associate ad altre ignote negli strati inferiori, parmi dico in tale caso, non solo naturale cosa, ma ragionevole pratica quella di considerare gli strati colle due sorta di fossili come un nuovo orizzonte geologico da giudicarsi colle spoglie organiche, che per la prima volta compaiono negli strati terrestri; nel caso nostro sono le Belemniti,

---

(1) V. *Bulletin de la Société Géologique de France*, *deuxième série. Tom. I. Réunion extraordinaire de Chambéry; et* MURCHISON, *The Quarterly journal of the geological Society of London, december 1848.*

(2) V. *Bulletin de la Société Géologique de France*, *deuxième série. Tom. 6. pag. 322.*

(3) V. *Visc.* D'ARCHIAC *and Ed.* DE VERNEUIL, *Memoir on the fossils of the Older deposits in the rhenish provinces.*

le quali finora non s'incontrarono inferiormente al liasse. Collocando dunque in questo terreno gli scisti di Petit-Cœur, è assegnar loro quella maggiore antichità, che acconsenta una ragionata critica secondo l'attuale stato della scienza.

La catena, che serve di baluardo all'Italia, porta sul suo dorso prospiciente ponente, calcare cristallino scistoso in alternanza con uno scisto nero, lucente, dolcissimo al tatto, nel quale non havvi persona un poco esercitata a trattare le roccie, che non riconosca l'ardesia alterata più dell'ordinario. Le due roccie non sono visibili tutt'al lungo della catena, come taluno potrebbe per avventura credere. Dove esistono è facile riconoscere, che giacciono sotto la gran massa calcare alpina. Non siamo sicuri d'avere veduto sotto di esse le roccie infraliassiche; la mancanza di queste non sarebbe, al credere nostro, una ragione per stabilire, che quelle non sono il prolungamento delle roccie congeneri, che a Petit-Cœur, e altrove sulla catena di granito-protogina contengono impronte di piante, di Belemniti, ecc. Ammettendo il caso, che le roccie infraliassiche non arrivino a fior di terra, non proverebbe tuttavia, che non si estendano fino a colà, perchè potrebbero essere mascherate dalle roccie scistose in questione, o da quelle altre che le succedono. Del resto debbo far notare, che vi abbondano le roccie cristalline metamorfosate, alla cui parte superiore predomina una specie di quarzite felspatico; e potrebbe essere, che questo rappresenti la serie infraliassica, come succede a Naves presso Petit-Cœur nella Tarantasia.

CALCARE CON FOSSILI DEL LIASSE SUPERIORE.

Intraprendiamo ora a discorrere delle roccie formanti il gruppo da noi chiamato liasse superiore, divisione che non è punto arbitraria, essendo fondata, come diremo in seguito, su fossili. Alla verità essi trovansi negli strati alquanto superiori a quelli, ove noi facciamo cominciare la nostra divisione, e ciò si è per non disgiungere roccie, tra le quali esiste analogia grandissima di natura, e di struttura. Seguendo questa regola, il liasse inferiore abbraccia le varie maniere di scisti argillosi metamorfosati in alternanza con calcare cristallino scistoso contenenti Antrochi

e altri fossili, e qualche poco di antracite; mentre che nel liasse superiore predominano le roccie detritiche come poddinga, e breccia, che comprovano un periodo agitato e burrascoso. Non bisogna però credere, che i due gruppi siano separati in maniera netta e precisa, chè anzi alcune tra le roccie del gruppo inferiore ricompariscono nel superiore. Il legame viene principalmente fatto dallo scisto listato detto della Maddalena, che è un'ardesia fibrosa superficialmente con vene di calcare spatico perpendicolari alle sue fibre, la qual cosa è stata con molta accortezza avvertita dal Brochant, il quale se ne valse come fatto autorevole a comprovare la sua opinione, che tutte quelle roccie appartengano al medesimo terreno, che designava per il così detto in allora terreno *intermediario* (1).

Il passaggio tra i due gruppi è osservabile su numerosi punti della catena principale delle Alpi. Noi qui citiamo di preferenza i monti presso Moutiers nella Tarantasia, perchè in quelle località è dove il fatto puossi verificare con maggiore comodità. Ivi l'alternanza degli scisti col calcare fossilifero s'unisce per mezzo dello scisto listato alla breccia calcare, e questa al conglomerato quarzoso (2), i cui pochi strati sono separati mediante l' interposizione avvicendata di quarzite, di scisto lucente, di calcare cristallino omogeneo, e di breccia calcare, dove pasta e pezzi o frantumi sono cristallini. La giacitura è parallela a quella degli scisti del gruppo inferiore, che inclinano all'E. 20° S. (3). Ritengo di questa zona, od orizzonte geologico, i conglomerati scistosi, ed i quarziti del *Chapiù*; quelli che si protendono in mezzo alla breccia calcare dalla parte del colle della Seigne, e che proseguono molto innanzi nella valle dell'*Allée Blanche* (4). Credo vi si debba unire il conglomerato *des trois aiguillons d'Arve*.

---

(1) V. Brochant, *Observations géologiques sur des terrains de transition qui se rencontrent dans la Tarantaise, etc. Journal des mines. Tom. 23. pag. 321. Mai 1808.*

(2) Saussure parlando di questi conglomerati gli chiama collettivamente breccie: Brochant invece gli chiama poddinghe. Noi ci serviamo or dell'uno, e or dell'altro termine, secondochè la roccia che vogliamo designare è fatta di ciottoli, o di frantumi.

(3) Brochant, *Journal des mines*, Tom. 23. pag. 332. 1808, assegna alle roccie della Tarantasia la direzione N. E. S. O., nel che si trova d'accordo con Saussure. Considerandola in generale, questi due valenti Naturalisti hanno pienamente ragione, ma se si esamina partitamente, si trovano variazioni notevoli; così nei contorni di Moutiers, in un circolo di mezzo miglia circa di raggio, noi notammo le roccie ritenere or l'una, e or l'altra delle seguenti direzioni: N. 35° E. S. 35° O. — N. 10° E. S. 10° O. — N. 15° E. S. 15° O. — E. 15° N. O. 15° S.?

(4) V. Saussure, *Voyages dans les Alpes, paragr. 841, 848, 850.*

Il Beaumont lo considera un massiccio particolare slegato dalle roccie fra cui giace, ove secondo lui forma un isolotto indipendente di figura elissoidale alla maniera delle roccie eiettate. A noi in vece è parso, che segua la stratificazione di quelle roccie, nelle quali non ci accorgemmo, che vi siano quei disordini piuttosto comuni alle roccie stratificate attornianti i massicci di eruzione, il qual genere di osservazione fu da noi protratto fin sotto il colle di *Goreyon* dalla parte di Francia, ove di nuovo si vede il conglomerato in mezzo al calcare associato a scisto come nel luogo succitato. Contiene ciottoli di calcare con Antrochi, e colle altre vestigia di corpi organizzati frequenti nel calcare inferiore al conglomerato della zona, a cui intendiamo riferire quello, di cui ora ragioniamo. Tuttavia non ci saremmo decisi ad abbandonare l'opinione del Beaumont sulla sua origine, se la figura rotondata dei suoi componenti da un lato, e la loro natura eterogenea dall'altro non indicassero, che furono colà lasciati da una fiumana, che vi passava agitatissima. Mentre faccio quest'osservazione, la quale parmi giustificare la mia maniera di pensare, io mi riferisco alla decisione, che ne darà il Beaumont quando pubblicherà le osservazioni, che promette nella sua *Note sur un gisement de végétaux fossiles et de graphite situé au col du Chardonnet. Annales des Sciences naturelles. Tom.* 15.

Fuora di Moutiers, verso il piccolo S. Bernardo, al cessare delle roccie detritico-quarzose, ciocchè avviene bentosto, s'incontra la breccia calcare tratto tratto interrotta dalla frapposizione di calcare cristallino omogeneo, e di varie maniere di scisto argilloso metamorfosato, fra le quali si fa spesso notare lo scisto listato, offrendo però a luogo a luogo leggieri cambiamenti d'aspetto, e di struttura. La breccia anch'essa muta sensibilmente da uno ad altro strato ora pella intensità della tinta, ed ora pello stato cristallino, locchè può valutarsi qual prova, che sono varii strati, e non un solo piegato e ripiegato, come taluni ebbero in mente. Numerose vene spatiche corrono per essa con svariata direzione, e passano dalla pasta o cemento ai pezzi da essa agglutinati; questi poi ne hanno delle proprie, le quali non si propagano nel cemento, nè concordano nella direzione con quelle, che per esso scorrono.

La breccia calcare, e le altre roccie secolei associate, proseguono dalla parte di levante fin presso Aime, ove s'incontra il terreno di cui ci occuperemo nel seguente capitolo; dalla parte del nord passa accanto al Monte-Bianco, e continua ne' monti del vallese, si ritrova a Bex nel

cantone di Vaud, ecc.; infine dalla parte del sud si estende nella Moriana, e va in Francia. Si scava in più punti per ridurla in calce. A Villet nella Tarantasia vi sono banchi di questa breccia con tinta violacea sporca, la quale è ricercata pegli usi architettonici, e per farne guerniture da mobili. Con quella scavazione si servì alla scienza, inquantochè si capitò a un banco ricco di Belemniti. Furono le prime spoglie animali scoperte in que' monti, e sebbene mancanti delle parti atte a farne conoscere la specie, nullameno portano con sè un grande interesse, posciachè accertano, che quegli strati non ascendono ad un' antichità maggiore di quella del liasse. Nel Museo torinese conservasi una mostra di quella breccia portante l' impronta di un Mollusco, ma così imperfetta da non potervi neanche raccapezzare di quale famiglia di codesti esseri essa sia.

La scoperta di fossili, che avevano da confermare l' opinione emessa intorno all'epoca di siffatto terreno, si fecè solamente alcuni anni addietro. Nel 1845, volendo studiare dal lato geologico la contea di Nizza, mi vi recai pella valle della Stura. Percorrendo i monti attorno al colle della Maddalena, rinvenni nella gran massa calcare sopra l'Argentera molte spoglie organiche, come Ammoniti, Belemniti, Terebratule, ecc. Queste ultime furono le sole, di cui si sia potuto conoscere la specie. Ne diamo la lista a maggiore conferma del posto assegnato alla gran massa calcare delle Alpi, a cui non v' ha dubbio s'attacca il calcare dell'Argentera.

Lista delle Terebratule trovate nel calcare del colle della Maddalena sopra l'Argentera.

Terebratula tetraedrica; De Buch.
—— concinna; Sow.
—— perovalis; Sow.
—— globata; Sow.
—— biplicata; Sow.
—— biplicata; var. *inflata* De Buch.

Era nota l'esistenza di fossili giurassici nelle roccie del dipartimento delle Basse-Alpi; non fu dunque per me grande sorpresa il rinvenirne al colle della Maddalena sopra l'Argentera. Ma il mio desiderio era di scoprirne negli scisti colle impronte di piante attorno il Monte-Bianco,

o nelle altre roccie di quella contrada, la cui unione cogli scisti anzidetti non fosse argomento di discussione. Mi accinsi alla ricerca, scegliendo ben inteso le località ove ne rimanevano traccie. Il giacimento dei fossili al colle della Maddalena suddetto mi suggeriva di cominciare le indagini nella gran massa calcare, e non fui ingannato, imperocchè nella giogaia tra la Moriana e la Tarantasia, ove eransi già rinvenuti avanzi organici (alludo agli Ammoniti del colle della Maddalena (1) prospiciente Petit-Cœur, stati riconosciuti dal De Buch proprii al terreno liassico inferiore), trovai, al colle (perron) *des Encombres*, per cui si passa andando da S. Michele nella Moriana, a Moutiers nella Tarantasia, trovai, dico, dopo un'ora di discesa verso questa città, un masso calcare di straordinaria mole staccato dai monti alla sinistra del viaggiatore, che cammina nella suindicata direzione, pieno zeppo di fossili (2). Malgrado una dirotta pioggia con lampi, tuoni e vento, non mi allontanai da quel masso, se non dopo avervi fatto una ricca provvista di fossili, dei quali do qui la lista; così si conoscerà, che si aveva ragione di non cedere a coloro, i quali pretendevano quel terreno maggiormente antico del liasse, e che non è sempre vero, che non si possa venire con fatti di second' ordine a conclusioni risguardate fondamentali dai cultori della scienza.

Lista dei fossili trovati nel calcare del colle (perron) des Encombres nella Savoia (3).

Ammonites fimbriatus; Sow.
—— amaltheus; Sow.
—— planicostatus; Sow.
—— radians; Schlot.
—— Thouarsensis; D'Orb.

---

(1) Questo colle è quello, che si traversa da Aigue-Blanche nella Tarantasia, alla Chambre nella Moriana.

(2) Nell'autunno scorso (1850) mentre attendeva a estrarre fossili da quel masso insieme collo Studer, e col sig. Villanova, spagnuolo, un contadino m'assicurò, che verso la vetta della montagna, di dove pare esso masso disceso, quelle reliquie sono abbondantissime, anzi promise di raccoglierne nell'anno venturo, quando sarebbe colà asceso per tagliare il fieno.

(3) I fossili componenti la presente lista furono studiati dai signori Professori Eugenio Sismonda, e Luigi Bellardi; una parte di essi è stata presentata al Beaumont, e da questi al sig. Bayle, il quale confermò il giudizio dei sunnominati Paleontologi. V. *Bulletin de la Soc. Géol. de France. Deuxième série. Tom. 5. pag. 410.*

Ammonites Thouarsensis; var.
—— margaritatus; D'Orb.
—— cornucopiae?; Young.
—— annulatus?; Sow.
—— Bechei; Sow.
—— jurensis?; Zieten.
Pholadomia liasina; Sow.
Avicula inaequivalvis; Sow.
—— costata; Sow.
Lima decorata; Munster.
—— inaequistriata; Munst.?
—— punctata? Desh.
—— Sp. n.
—— Sp. n.
Cardinia concinna; Agas.
—— an cyth. latiplexa; Munst.?
Terebratula inaequivalvis; Sow.
—— variabilis; Schlot.
Arca .....
Pecten ..... *(individui liscii, indeterminabili).*
—— ..... *(individui striati, indeterminabili).*
—— .....
Belemnites .....
Nautilus .....
Melania .....
Trochus .....
Pleurotomaria Nerei? Munst.
Turbo callosus; Desh.
—— .....
Spirifer .....
Inoceramus *aff. all'* Inoc. pernoides; Goldf.
Lucina .....
Astarte Sp. n.
—— .....
—— ?
—— ?
Myoconcha .....

Havvi nelle Alpi moltissimo gesso stato creduto per molto tempo parte del terreno primitivo. Brochant concepì a tal riguardo gravi dubbi, che palesa nella sua interessantissima Memoria sulla Tarantasia; ma non prese su sè il decidere la questione, che per altro sarebbe stata facilmente risolta, qualora si fosse posto mente come il gesso sii collegato al calcare; s'insinua in esso, oppure vi è contro applicato a guisa di sterminati piastroni scistosi. Dov'è intercalato nel calcare, la stratificazione di questo è alquanto disordinata come vi si fosse spinto per entro a viva forza, lo che dà motivo a credere, che un simile dissesto sia la conseguenza di una lenta e progressiva idratazione dell'anidrite, al cui stato fu per certo recato il calcare dai vapori solforici emanati dalle viscere terrestri; e difatti ogni qual volta si discende a discreta profondità si trova l'anidrite, e non il gesso; così avviene alla miniera di Pesey nella Tarantasia; a quella di salmare a Bex in Isvizzera; al Monte-Cenisio, ecc. ecc. Il gesso è bianco di neve con struttura cristallina; talvolta però è bigio, od anche giallo di ruggine. A luogo a luogo rinserra straticelli nericci, in cui è facile il riconoscere la sostanza alterata degli scisti frammisti al calcare, di cui il gesso è parte integrante. Racchiude cristallini di quarzo, e arnioni di calcare saccaroide, quelli pel solito in prossimità della sostanza nericcia, questi nelle parti più recondite della massa. Ora non saprei non vedere in questi fatti isolati una prova parlante dell'origine assegnata al gesso alpino.

Dopo quanto veniamo di narrare nessuno vi sarà, il quale dubiti sull'epoca assegnata alle roccie scistose, ed alla gran massa calcare soprapposte ai conglomerati residenti nelle nostre Alpi sulle roccie cristalline. Mi si osserverà, che non pongo nel terreno oolitico inferiore, come feci altra volta (1), il calcare di Villet nella Tarantasia, e quello collocato al medesimo orizzonte geologico tanto al N., come al S. di questa località. Ma dopo la scoperta dei fossili fatta al colle *des Encombres*, convengo anch'io col Fournet (2) non potersi conservare quella divisione. Che ciò potesse accadere, noi non eravamo lontani dal crederlo, come puossi facilmente rilevare dalla natura delle ragioni a cui ci eravamo attenuti

---

(1) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Serie 2.ª Tom. III. Memoria sui terreni stratificati delle Alpi, del Prof. Angelo Sismonda.

(2) V. Fournet, *Suite des études sur la Géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans, dans les Annales des Sciences phys. et nat. de la Société nationale d'Agriculture, etc. de Lyon. 1849.*

nel proporla, e che producemmo a bella posta affinchè ognuno loro prestasse quel grado di fede, che avrebbe creduto potessero meritare. Stando dunque ai documenti ora posseduti il terreno oolitico inferiore deve scomparire dal novero di quelli, ch'entrano a comporre i monti nelle regioni in discorso. Ma mentre cedo all' evidenza, non posso astenermi dal dichiarare, che ne attendo il ristabilimento da ulteriori ricerche. E questa speranza mi è data dalla presenza di fossili oolitici negli strati liassici superiori del colle *des Encombres*, di quello della Maddalena nella valle della Stura, alla Spezia, ecc. ecc. Se col tempo si confermerà il nostro primo concetto, la divisione si fisserà poco più in alto di quel che abbiamo praticato noi, cioè a dire si comincierà a classificare nel terreno oolitico inferiore, il calcare superiore agli strati fossiliferi *des Encombres*, il quale del resto ha un' apparenza tutta sua propria. È in grossi banchi, bianco sporco; non vi sono tra i suoi strati scisti, ed in certi punti mi parve discordante dalla breccia calcare, che vi sta sotto. Con simile distacco si diminuisce la grossezza del terreno liassico, la quale, convien dire, ha nelle Alpi una mole sconosciuta nelle altre contrade. A ciò devono riflettere i Geologi, non essendo cosa da trascurarsi nel formolare il giudizio intorno all'età dei terreni, e sovrattutto nel caso tutt'affatto speciale, in cui si trova quello in questione.

TERRENO ANTRACITOSO SUPERIORE

(RAPPRESENTANTE LE ARGILLE OSFORDIANE INFERIORI).

Anche volendo non si potrebbe confondere il terreno antracitoso superiore coll'antracitoso inferiore, e tanto meno colla gran massa calcare. Si distingue pella natura delle sue roccie, e pella sua costante soprapposizione alla massa calcare (1). Le roccie sono di due sorta: le une detritiche, le altre omogenee. Colle prime annovero le poddinghe, ed i quarziti, colle seconde il calcare scistoso, e gli scisti. Le roccie detritiche

(1) Brochant, nella sua interessantissima Memoria sulla Tarantasia, *Journal des mines, Tom.* 23. 1808, così parla alla pag. 359: *Le terrain d'anthracite est ordinairement superposé au terrain calcaire; il est donc au moins certain qu'il s'en est formé beaucoup après les dépôts calcaires; mais les observations suivantes prouvent qu'il s'en est déposé également pendant la formation des calcaires, et en alternative avec eux* .... Qui cita poi l'antracite presso Moutiers, che crede frapposta alla massa calcare. Noi osservammo, che giace in mezzo a roccie identiche a quelle del terreno antracitoso superiore, e siccome non sono intercalate nel calcare, ma semplicemente applicate contr'esso, così noi pensiamo, che siano porzioni di quel terreno nel loro posto naturale.

in generale risiedono immediatamente sul calcare, o sul gesso, cioè a dire costituiscono la parte inferiore del terreno; gli scisti, divisibili in ardesie, e psammiti, col calcare ne formano la parte superiore. Molti strati di quarzite sono alquanto talcosi: dove poi il talco, od una sostanza a lui molto affine abbonda piuttosto, si è nella poddinga, e di preferenza in quella con ciottoli di quarzo rossiccio a contatto del gesso. Gli scisti uniti, o semplicemente in contatto a cosiffatti conglomerati sono rossicci, o rossicci macchiati di verde. Essi gradatamente diventano neri, od ardesia ordinaria, fra cui comparisce la psammite di natura, e di aspetto svariati, insieme con calcare scistoso cristallino, e banchi di poddinga e di quarzite, ma l'una, e l'altro dal lato della composizione, e soprattutto dell'aspetto sono alquanto diversi dalle roccie congeneri situate alla parte inferiore del terreno. Da tutto ciò apparisce chiaro, che le roccie di questo gruppo non sono tutte alterate nella stessa guisa. Ora n' è causa la natura loro originale, oppure dipende da che l'azione metamorfosante non sia stata ugualmente intensa, e attiva sull'intiera massa delle roccie? Senza pretendere di sciogliere il quesito farò osservare, che siccome l' alterazione va ad evidenza decrescendo, od almeno cambia dal basso in alto, non sarebbe pertanto tra le cose impossibili, che nella stessa maniera siasi modificata l' azione degli agenti metamorfosanti, qualunque essi sieno stati. Attribuendo una tale virtù alle roccie plutoniche, e ai fluidi emanati con esse, o per esse, è naturale, che le cose stiano come abbiamo narrato, e ciò si comprenderà riflettendo sia alle qualità fisiche delle roccie, voglio dire alla tenue loro capacità a condurre il calorico, e l'elettrico, sia al ristretto spazio a cui dovette limitarsi l'azione dei vapori acidi, fossero ben anche di un acido potente come il solforico.

Il terreno antracitoso inferiore, siccome fu già da noi notato, contiene dell'antracite, ma essa non vi è nè comune, nè in abbondanza. Dove veramente forma depositi di considerevole ricchezza, si è nel terreno di cui ora discorriamo. Si pretese, che vi giaccia a guisa di filoni, e di vene; nè l'una, nè l'altra di queste due maniere di giacimento è la sua propria. L'antracite è in istrati di varia grossezza, i quali seguitano minutamente l'andamento delle roccie, fra cui sono racchiusi. Risiede di preferenza tra le roccie apparentemente meno alterate, le quali, come abbiamo testè indicato, formano la parte superiore del terreno, e di essa parte occupa la porzione, che potrebbesi, entro certi limiti, dire mediana.

Sono sempre in parecchi gli strati di antracite, e tra l'uno e l'altro si ravvisano in alternanza l'ardesia, la psammite ed il calcare; talvolta poi, o meglio a un certo punto della serie, s'aggiungono arenaria e poddinga, diverse però dalle roccie di consimile natura poste alla base del terreno. Fin qui non vi si rinvennero spoglie animali, ma invece abbondano negli scisti argillosi, e psammitici seco lei associati i resti di piante, tra i quali ne furono notati degli identici a quelli degli scisti di Petit-Cœur; però la maggior parte sono di specie proprie a questo terreno, come dice il Brongniart nella nota aggiunta alla Memoria del Beaumont sul colle del Chardonnet (1). Dopo d'allora non mi risulta essersi fatte scoperte nè in Tarantasia, nè in Moriana, nè altrove nelle Alpi contrarie a questa dichiarazione. Non è poi ugualmente vero, che gli strati di Petit-Cœur, e i suoi corrispondenti in altre regioni soprabbondano d'impronte di foglie per rispetto al terreno antracitoso superiore, dove all'incontro si dice, che predominano i fusti, poichè anche in questo terreno si scopersero di poi strati ricchissimi d'impronte di foglie; e tra gli altri luoghi, ciò avvenne nell'ardesia, che s'incontra un'ora sotto il colle della Croce, salendo da S. Michele nella Moriana al colle *des Encombres*. Ivi siffatta ardesia, in certa qual maniera, lega gli scisti rossicci, e la poddinga (2) giacenti sulla massa calcare gessosa, ai depositi arenacei

---

(1) V. Annales des Sciences naturelles, Tom. 15. pag. 353.

(2) Studer stampò nel Giornale *Neues Iahrbuch für Mineralogie, Geologie und Petrefaktenkund von Bronn und Leonhard*, una lettera nella quale dà il ragguaglio della escursione fatta di conserva tra noi due nell'autunno 1850 pei monti della valle d'Aosta, e della Savoia coll' intendimento di studiarvi i terreni antracitosi. Con grande mia soddisfazione vi leggo essere questo distintissimo Geologo perfettamente d'accordo con me su tutto ciò che risguarda l'ordinamento delle roccie, ma sul punto riflettente la loro età, egli mi pare inclinare a far discendere le Belemniti nel terreno carbonifero, mentre io faccio risalire le impronte de' vegetali del periodo carbonifero al liasse. In quanto alla coesistenza nel medesimo strato di Belemniti, e impronte di Fuchi, osservata da me, e dai signori Professori Canonico Chamousset e Valet, nei monti presso Borgo d'Oisans nel Delfinato, egli non giudica il fatto di natura a risolvere la questione sollevata a proposito degli scisti di Petit-Cœur, sulla contemporaneità dei fossili vegetali e animali, e ciò perchè nella Tarantasia sono impronte di piante terrestri; nel Delfinato invece trattasi di piante marine. A questo riguardo ci corre debito di far osservare, che a Petit-Cœur esistono pur anche impronte di Fuchi. Ora noi non pretendiamo che sieno le medesime specie del Delfinato, ma per quanto permette di conoscere il loro mediocre stato di conservazione, a noi pare che se non sono specie identiche, sono almeno tra loro molto affini.

Nella stessa lettera lo Studer chiama Verrucano la poddinga soprapposta alla gran massa calcare-gessosa del liasse superiore. Ora il nome di Verrucano è stato introdotto nella nomenclatura delle roccie dal Savi per designare il conglomerato quarzoso della montagna, la Verruca, compresa nella catena delle alpi Apuane. Come nome di roccia non so vedere il motivo per cui si

psammitici con grossi strati d'antracite, che completano il terreno antracitoso superiore della contrada.

Il terreno antracitoso superiore è sviluppatissimo nella Savoia, tenendosi però costantemente alla parte orientale della catena protogino-primitiva; si estende nel Vallese, e nella Francia, ove insieme col calcare e cogli scisti liassici veste una porzione del massiccio plutonico-primitivo del Delfinato (1).

Noi lo consideriamo come il corrispondente dell'argilla osfordiana. Ci siamo appresi a questa determinazione stante la natura particolare delle sue roccie, e la sua giacitura in discordanza col calcare su cui poggia direttamente; calcare, che per essere soprapposto agli strati con fossili liassici superiori, uniti a qualcuno del terreno oolitico, ci venne il dubbio, come dicemmo poco sopra, che possa appartenere a quest'ultimo terreno. Il terreno oolitico inferiore, come pure le marne osfordiane scarseggiano dalla parte occidentale della catena plutonico-primitiva, ma ivi domina il calcare osfordiano superiore (2), il quale manca su gran parte del pendìo orientale di essa catena. Una tal cosa è chiarita dalla rottura ivi esistente nel verso di

---

abbia a preferire a conglomerato, o poddinga, nomi antichi, di significato preciso, ed universalmente adottati: se poi con esso s'intese significare un terreno particolare, e dagli altri distinto, come io ritengo sia stato il divisamento del Savi, in questo caso non conviene applicarlo al conglomerato del colle *des Encombres*, il quale occupa un orizzonte geologico superiore a quello, ove è posto il conglomerato della Verruca. È bensì vero che il nome di verrucano fu adoperato da alcuni Geologi italiani per indicare roccie detritiche alterate, senza distinzione del terreno di cui fanno parte, dimodochè può dirsi abbia questo nome perduto il primiero suo senso, ed indichi semplicemente una roccia detritica alterata; ma allora ritorno alla mia prima osservazione, che non occorre creare un nome per una roccia di già nominata. Queste mie riflessioni hanno infine per iscopo di avvertire che nel caso presente il verrucano dello Studer, non è il verrucano del Savi, il quale, da quanto dice il dotto Autore alle pag. 46 e 76 della prima parte dell'interessantissima sua Memoria, *su i terreni stratificati dipendenti o annessi alle masse serpentinose della Toscana*, *Pisa* 1837, e alla pag. 12 degli *studii geologici sulla Toscana*, *Pisa* 1833; è inferiore al liasse appenninico, ed in conseguenza corrisponderebbe ai conglomerati alpini, da noi chiamati infraliassici.

(1) V. Dufrenoy e Beaumont *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, *Tom. 2. pag. 339*, e la Memoria di quest'ultimo sul colle *du Chardonnet*, *Annales des Sciences naturelles*, *Tom. 15*, ove alla pagina 373 dice: « Le grès du col du Chardonnet appartient ainsi « que les anthracites des environs de Briançon à la partie supérieure du grand système de schistes « argilo-calcaires, et de grès à anthracite, dont les couches que j'ai décrites à Petit-Cœur forment « les premières assises: aussi remarque-t-on une différence notable entre les empreintes végétales « observées dans ces deux positions, etc. etc. ».

(2) V. *Bulletin de la Société Géologique de France*, *deuxième Série*, *Tom. I. Réunion extraordinaire à Chambéry*, e la Tav. XI dello stesso Tomo.

essa catena con spostamento ineguale degli strati dalle due sue bande (*faille*).

Speriamo vedere la nostra classificazione dei terreni alpini approvata dal BEAUMONT, come fu dal FOURNET colle lievi modificazioni da noi avvertite (1), le quali s'aggirano soprattutto sulle roccie da noi chiamate *infraliassiche*, e come fu recentemente dal MURCHISON, dopo avere fatto un viaggio nelle Alpi (2).

TERRENI NELLE ALPI ACQUAPENDENTI NELLA VALLATA DEL PO.

Se difficile cosa è il distinguere i terreni nel pendìo occidentale delle Alpi, difficilissima diviene nel pendìo opposto, ove le roccie sono profondamente metamorfosate, e la stratificazione piuttosto disordinata. Per buona fortuna del Geologo vi sono poddinghe, e breccie, le quali fissano alcuni orizzonti geologici, che servono come d'addentellato per unire insieme i terreni delle due parti della catena, supplendo così ai mezzi, che forniscono i fossili per arrivare a una tale conoscenza. Qualora con ulteriori ricerche se ne scoprisse, io ho piena fiducia, che anzichè smentire, sanzionerebbero i risultamenti ottenuti col semplice studio comparativo delle roccie, fatta la debita parte al loro stato di metamorfismo; si rinnoverebbe insomma ciò, che avvenne colla scoperta dei fossili al colle *des Encombres*, i quali comprovarono la classificazione, che si era fatta di quel calcare parecchi anni prima, prendendo consiglio dalla sua giacitura tanto assoluta, che relativa. Posta la proposizione a questa maniera, assume il carattere di un problema tutt' affatto pratico contro cui non credo valevoli le obbiezioni fondate meramente su considerazioni teoriche. Quindi io prego i Geologi ad esaminare accuratamente i monti a cui

---

(1) V. FOURNET *Suite des études sur la Géologie de la partie des Alpes comprises entre le Valais et l'Oisans. Mémoire lu à la Société nationale d'Agriculture, d'Histoire naturelle, etc. dans la séance du 9 mars 1849.*

E la nota del medesimo, che ha per titolo: *Note sur quelques résultats d'une excursion dans les Alpes faite en août et septembre 1849, lue à la Société susdite dans la séance du 19 avril 1850.*

(2) V. MURCHISON On the Geological structure of the Alps Apennines and Carpathians. The Quarterly Journal of the Geological Society of London. Proceedings of, etc. december 1848.

accenno, prima di condannare le mie conclusioni, perchè ho speranza di vederle da essi accettate, come si accettarono quelle del Beaumont sul terreno di Petit-Cœur, dopo che si fece precedere ai semplici ragionamenti lo studio di quelle roccie. Se poi si conoscerà ch' io sia incorso in errore, mi si perdoni l'equivoco in grazia dell'intenzione, la quale muove dal desiderio di dilucidare un punto essenziale della geologia patria.

TERRENO CRISTALLINO.

Avendo già parlato dello gneis primitivo, e del metamorfosato rammenterò qui in complesso intorno ai medesimi alcune poche cose, le quali mi apriranno la via a parlare dei terreni, che vi sono soprapposti.

I due gneis, primitivo e metamorfosato, costituiscono una serie di piccoli monti lunghesso la catena alpina, circostante all'ubertosa vallata del Po, attraverso i quali tratto tratto sorgono roccie plutoniche come serpentina, ofiolite, eufotite, sienite, diorite, granito, protogina, porfido quarzifero, melafire, ecc. Secondo il mio modo di vedere ad esse si deve la maggiore alterazione delle roccie da questa parte delle Alpi, e vi si deve ancora la rapidità del declivio della catena medesima.

Si distinguono le due sorta di gneis pella struttura, la quale è cristallina nel così detto primitivo, e grano-cristallina nel metamorfosato. Dove sono riunite, la distinzione resta facilitata dalla giacitura, che suole essere tra esse due discordante.

Ho indicati alcuni luoghi in cui si possono vedere le due roccie denudate. La Carta unita a questa Memoria ne dimostra l'estensione con tutta l'esattezza, cui ragionevolmente si può pretendere in un lavoro di simile genere condotto da un solo individuo in regioni come le Alpi, dove le osservazioni sono di difficilissima esecuzione per cause attenenti alla topografia del suolo.

ROCCIE INFRALIASSICHE.

Lo gneis metamorfosato si risolve gradatamente nel quarzite or puro, or micaceo, ed ora felspatico. Ma dove sorge la serpentina difficilmente s'incontra una qualunque delle nominate roccie, le quali sono sostituite da una serie di roccie talcose, le une ricche di felspato, le altre invece di quarzo granoso. Queste ultime io le ritengo quarziti modificati in maniera particolare per via della prossimità della serpentina, mentre le prime credo doverle ascrivere alla categoria dello gneis, senza poter dichiarare se nascano dallo gneis primitivo, ovvero dal metamorfosato. Siccome il quarzite talcoso non alterna col calcare, il quale comincia a comparire molto più superiormente nella serie delle roccie alpine, credo pertanto di appigliarmi al buon partito considerandolo allo stesso orizzonte geologico delle roccie detritiche infraliassiche, dove non è a mia conoscenza che si trovi il calcare. Di questo quarzite ne esiste nella valle della Stura di Lanzo in contatto della serpentina; ne esiste in quella della Dora Riparia separato dalla serpentina, mediante lo steascisto porfiroide, che deve essere gneis alterato (V. Tav. 2.ª Fig. 1.ª); ne esiste del micaceo semplicemente sullo gneis primitivo presso Barge, ove forma il monte Bracco, e ne esiste alla base delle Alpi marittime, sul quale sono accumulati terreni della formazione giurassica, come diremo in seguito.

Noi citiamo solamente le principali località ove havvi quarzite di questo periodo, perchè il nostro scopo è di dimostrare che i medesimi terreni esistono sui due opposti pendii delle Alpi, argomento abbastanza ricco d'interesse perchè sia debito di chi lo tratta di escludere ogni digressione, che non sia a lui intimamente legata.

TERRENO ANTRACITOSO INFERIORE

(LIASSE).

S' ingannerebbe grandemente chi dopo avere percorsa l'Alta Savoia (1) passasse in Piemonte colla fiducia di trovarvi le medesime roccie; da

(1) Intendo per Alta Savoia la parte di quel Ducato compresa tra la catena protogino-primitiva, e quella le cui acque discendono per metà in Piemonte.

qualunque parte vi arrivi, il disinganno avrà luogo non appena toccherà il limite del suolo, le cui acque colano nel Po, perchè lungo quella linea all'incirca, le roccie assumono un nuovo aspetto, e molte cambiano di natura. Il Geologo tiene conto di queste mutazioni, non per discernere i terreni, che anzi in tal caso le trascura, ma come effetti svariati della metamorfosi. Dunque a malgrado delle nuove roccie, che si avrà sott'occhio, si deve rimaner persuaso, che si cammina di continuo sui medesimi terreni lasciati poco prima. Di ciò se ne riceverà pronta convinzione, purchè si voglia procedere nelle osservazioni con metodo analitico, che si voglia sindacare l'orizzonte geologico delle nuove roccie, e confrontarlo con quello delle roccie rimaste indietro, e passare poi da questo genere di osservazioni a indagare se col metamorfismo le roccie della Savoia potrebbero divenire identiche a quelle del Piemonte. Pochi sono i casi in cui non si riesca a conchiudere per il sì, e le eccezioni entrano anch'esse nella via delle cose ordinarie, da che si ammette la probabilità, che le roccie plutoniche abbiano in alcuni casi ceduto alcuni dei loro principii alle stratificate fra cui uscirono.

Sopra i quarziti semplici, o eterogenei per aggiunta di talco, di felspato, di mica, ecc., sopra insomma i quarziti risguardati coevi alle roccie detritiche infraliassiche della Savoia, non è raro il caso di trovarvi uno scisto argilloso più o meno dolce al tatto; di colore tra il nero, e il bruno; di lucentezza più o meno brillante, e talvolta anche bruno-appannato. Tale scisto è in sottili strati intercalati nel quarzite in alternanza con calcare cristallino scistoso. Spesso vi si aggiunge la grafite in straticelli di grossezza variabile. Così succede al monte Ollen, ed in quelli presso i seguenti paesi: Antrona; Crevacuore; Coggiola (Biella); Verrayes (Aosta); Giaveno; Pinerolo; Fenestrelle; Cavour; Verzuolo; Villar S. Costanzo (Dronero); Vinadio; ecc. ecc.

Riflettendo alla natura della grafite si comprende quanta luce apporti la sua presenza intorno all'epoca di quelle roccie, imperocchè differendo essa dall'antracite nella sola struttura, non può a meno che ammettersi come solenne attestazione in favore dell'assimilazione, che noi facciamo di queste roccie colle antracitose della Savoia. Fin qui non ci consta, che siansi con essa rinvenuti di que' fossili che sono associati all'antracite nella Savoia, nè altri; ma ciò non c' induce a mutare d'avviso, perchè acconsentiamo, che sotto la potenza dell'agente, che produsse così profondi cambiamenti nelle roccie, che ridusse le piante allo stato di grafite, avesse per necessità da scomparire ogni traccia di organizzazione.

La classificazione di queste roccie nel terreno antracitoso inferiore è lontana dall'essere giustificata come noi vorremmo. Si scorge però, che esiste una grande analogia con quelle di tal periodo della Savoia. La migliore ragione sta nella loro giacitura, e questa si apprenderà vie meglio con quanto narreremo nei seguenti capitoli.

CALCARE

(*LIASSE SUPERIORE*).

Sulle roccie, di cui si è parlato nel precedente capitolo, è accumulata una potente massa di calcare cristallino in istrati di mediocre grossezza verso la base, e in banchi di mole ragguardevole alla parte superiore; a luogo a luogo racchiude breccia della stessa natura, e scisti quarzo-talcosi di vario genere, come si osserva nella Tarantasia, e altrove nelle Alpi della Savoia, dove l'orizzonte geologico di codeste roccie è fissato in maniera a non lasciare più dubbi. Rammento il fatto, perchè mette in evidenza l' identità da noi sostenuta tra le roccie delle due contrade.

Il calcare si estende tutt'al lungo della catena con differenti inclinazioni, e talvolta anche verticale. Su più punti è trasmutato in gesso, od in dolomite. Anche per questo rispetto rassomiglia a quello della Savoia, colla differenza forse, che qui predomina la dolomite, mentre colà si è il gesso. Ognuna di queste roccie ha la sua regione in codesti monti; puossi in generale asserire, che il gesso si tiene verso l'origine delle valli, mentre la dolomite risiede di preferenza ne' monti prossimi allo sbocco delle medesime, cioè a dire nelle regioni, che per la natura della roccia plutonica che vi signoreggia, chiameremo serpentinose. Difatto il gesso nelle Alpi meridionali è confinato ne' monti dei contorni di Cormajeur; di Cogne; di Oulx (Dora Riparia); di Bardonèche; dell'Argentera; di Acceglio; ecc. ecc.

Poichè la dolomite e il gesso entrano per così gran parte a costituire le Alpi nostre, trovo molto a proposito il dire una parola sulla loro origine. Distinguo in esse due sorta di dolomite. Una, a mio avviso, è un calcare dolomizzato mediante la fissazione dei vapori magnesiaci ascesi, come pensa il Debuch, dalle viscere terrestri. Di questa natura è quella

in masse con fissure scorrenti senza indizio di regolarità; ma quando è a strati regolari alternanti con calcare puro, o con roccie di altra natura, nel qual caso difficilmente i due carbonati sono nelle debite quantità per costituire un doppio sale a proporzioni fisse, allora ritengo, che sia un calcare magnesiaco sedimentoso, cristallizzato in forza degli agenti metamorfosanti. Ho emesso, e sviluppato quest' opinione in parecchie mie Memorie; l'ho difesa alla Sezione di Geologia del Congresso scientifico tenutosi in Torino nel 1840 (1). In seguito continuai ad occuparmi di questo interessante argomento, ed ebbi sempre più a convincermi, che senza le due opinioni male si serve ai fatti, che si presentano nelle nostre Alpi, ed anche negli Apennini. Riguardo al gesso rimango sempre nell'idea, che sia calcare trasmutato dai vapori solforici e solforosi emanati insieme colle roccie plutoniche, come già dissi più sopra

Ora havvi un'altra questione, ed è quella che si aggira intorno al tempo in cui si compirono questi grandi avvenimenti. Debuch assegna pella dolomite l'epoca dell'apparizione del melafire (2). La cosa sta benissimo pella contrada, ove questo grande Geologo osservò i fatti da cui tolse quella sua opinione. Ma nelle Alpi nostre, mentre siamo pronti a concedere, che vi sia dolomite di quel tempo, crediamo poi anche, che ve ne sia della più antica, crediamo, che vi esista dolomite, e calcare magnesifero sedimentoso riferibili al sollevamento della serpentina, che fu pure l' epoca la più propizia alla formazione del gesso, le quali cose deduco dall' essere le suaccennate roccie nelle Alpi compagne indivisibili della serpentina. Secondo certi Geologi il fenomeno sarebbesi compito alla fine del periodo mioceno; ciò suppone, che la serpentina sia a quel giro solamente comparsa alla superficie terrestre, la qual cosa è erronea, stantechè i sedimenti di quel tempo, anzi quelli del periodo nummulitico tanto nella collina di Torino, come in quelle della valle

---

(1) V. Atti della seconda riunione degli Scienziati italiani tenuta in Torino nel 1840, pag. 82.

(2) Fournet non segue l'idea del Debuch sulla genesi della dolomite. Secondo lui sarebbe un calcare sedimentoso magnesifero metamorfosato. Noi abbiamo emesso, e professiamo tuttora questa opinione, senza però negare credenza a quella del Geologo Prussiano, perchè riconobbi casi in cui essa meglio d'ogni altra si adatta ai fatti, e ne dà la ragione Lo stesso distintissimo Geologo pretende che vi esista melafire metamorfo. Noi non siamo in istato di prendere parte a questa interessante questione; faremo solamente osservare, che il melafire di Graglia, del Favero nel Biellese, e di altrove nel nostro paese appartiene alla categoria delle roccie di eiezione, nella quale del resto lo stesso Fournet prosegue a lasciare certi melafiri.

della Bormida ne contengono tra i loro componenti sotto forma di massi, ciottoli e ghiaia (1).

Non è solo da oggi, ch'io professi l'opinione, che sui due pendii alpini esistano i medesimi terreni stratificati. Ciò ripetei in tutte le mie Memorie, ora predicando l'identità di giacitura delle roccie nelle due contrade, ora insistendo sull'identità, od analogia grandissima che vi ha nella loro composizione. Ma perchè il mio concetto divenisse un fatto dimostrato, richiedevansi fossili. Ora questi si hanno nelle Terebratule scoperte al colle della Maddalena sopra l'Argentera registrate alla pagina 21 della presente Memoria, e in quelli trovati al colle *des Encombres*, di cui si diede la lista alle pagine 22 e 23. Essi sanzionano l'unione delle masse calcaree che gli contengono, e di più provano essere il posto ad esse assegnato nella classificazione veramente quello, che loro compete.

TERRENO ANTRACITOSO SUPERIORE

(ARGILLE OSFORDIANE INFERIORI).

L'ordine seguito in questa Memoria mi porta ora a parlare del terreno antracitoso superiore, il quale, come ho già dichiarato, è da me creduto la parte inferiore del terreno osfordiano. Abbiamo avvertito le difficoltà per distinguere nei monti della Savoia taluni dei conglomerati di questo periodo, da altri maggiormente antichi; ma esse sono più grandi ancora nelle Alpi abbassate nella vallata del Po. Prima di esporre il risultamento delle mie indagini, giudico conveniente avvertire, che nella mia Memoria portante per titolo *Notizie e schiarimenti sulla costituzione delle Alpi Piemontesi* (2), parlo a lungo delle roccie detritiche di questo

---

(1) Ricerche fatte sul finire del mese di agosto dell'ora scorso anno 1851 mi convinsero che le colline nelle valli delle due Bormide, state fin qui credute composte di sedimenti del periodo miocene, appartengono in cambio al nummulitico. A questo stesso periodo si dovrà ascrivere una parte degli strati della collina di Torino ora risguardata miocena. Mi limito a questo semplice cenno, giacchè mi propongo di dare su ciò un lavoro particolarizzato.

(2) Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. IX.

tempo, e correggo un errore occorso sulla loro classificazione nella Memoria anteriore sulle *Alpi marittime e sugli Apennini Liguri* (1), dove dico, che i conglomerati, e le altre roccie detritiche della valle della Roja, a malgrado la loro giacitura sotto il calcare, vogliono tuttavia essere collocate coi conglomerati osfordiani, ripetendo quella giacitura da una particolare incurvatura degli strati. L'errore sta nell'aver supposto quella curvatura, a cui fui forzato ricorrere, onde render ragione del come un calcare, che credeva dell'oolite inferiore, soprassedesse ai conglomerati dichiarati dell'*Oxford-Clay*. Corressi il trascorso errore, palesando come con nuove osservazioni mi fossi accertato, che l'ordine originale di soprapposizione delle due sorta di roccie fosse quel medesimo, che si vedeva. Mentre avvertiva lo sbaglio, cadeva in un altro. Univa quel calcare, insieme con quello con fossili liassici (2) delle valli della Vesubia, della Tinea, del Varo, ecc. Pertanto le roccie detritiche, che vi soggiacciono pel fatto di questa unione venivano parificate alle roccie congeneri infraliassiche della Savoia, e delle vicine summentovate valli. Quando invece i conglomerati sono allo stesso orizzonte geologico di quelli chiamati nelle Alpi a rappresentare il terreno dell'*Oxford-Clay*, ed il calcare, che vi sta immediatamente sopra, raffigura in conseguenza i depositi giurassici avvenuti in seguito a quel terreno. A questa guisa stanno le cose nei monti attorno Tenda. Presso Fontan poi s' incontra un calcare, alquanto diverso da quello a cui accenniamo, il quale ci parve inferiore alle roccie detritiche per cui rappresenterebbe il liasse superiore sviluppatissimo ne' monti della Vesubia, della Tinea, del Varo, ove risiede su conglomerati rossicci probabilmente connessi coi conglomerati triassici della vicina Francia, la qual congettura mi fu suggerita dall'aver veduto in qualche parte di quelle contrade, tra essi e il calcare liassico, scisti e calcare con fossili, che mi parvero del Muskelchalko?.

Al periodo osfordiano si devono eziandio ascrivere i conglomerati con quarzite, e varie maniere di scisti, che dall'origine circa della valle della Vraita passano in quella della Maira: che ricompariscono verso lo sbocco della valle della Stura, e che da qui entrano, e si estendono, acquistando sempre maggiore potenza o grossezza, nei monti delle valli di Pesio,

---

(1) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. IV.

(2) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. IX. pag. 103, 104, 105, ecc.

dell' Ellero, del Tanaro, ecc. ecc. (1). Riposano sul calcare cristallino, il quale, unito alla breccia della medesima natura, a scisti e al quarzite talcoso facilmente scomponibile, costituisce una gran parte dei primi piccoli monti, che a guisa di contrafforte corrono lungo la catena alpina che attornia la pianura del Piemonte. Non rinvenni mai in esso vestigie organiche, lo che non mi trattiene dal dire, che faccia parte del liasse, perchè vi riconobbi la stessa giacitura della gran massa calcare di questo tempo, ed inoltre ritiene moltissima analogia col calcare liassico del colle della Maddalena sopra l'Argentera. I conglomerati coperti spesso di calcare meno antico passano in Francia, e vanno raggiungere quelli della valle dell'Ubay, i quali si uniscono poi ai conglomerati, e alle altre roccie detritiche meno alterate del Briansonese; e questi infine sono congiunti a quelli della Savoia, la cui positura sopra il calcare con fossili del liasse non è più in oggi contestata da alcun Geologo.

Il Pareto nella interessante sua descrizione della Liguria (2) colloca i conglomerati delle Alpi marittime al livello di quelli del Varo, ecc., che con ragione pone sotto il liasse. Il lavoro di così distinto Geologo ci diede occasione a fare nuove indagini, le quali non ci consigliarono ad abbandonare la nostra opinione. Io credo di dover attribuire il disaccordo, che vi ha tra il Pareto e me, alla differenza del nostro giudizio su una parte delle roccie delle Alpi marittime, pretendendole egli primitive, ed io in cambio sedimenti metamorfosati dello stesso periodo dei conglomerati. È bensì vero, che ritengono molta analogia collo gneis, ma in definitiva ne differiscono, perchè in luogo della mica havvi una sostanza consimile al talco, fibrosa, comune a pressochè tutti i sedimenti metamorfosati di quelle contrade: il quarzo è granoso, e per mezzo i grani vi sono ciottolini vetrosi con debole tinta rosea sul fare di quella del quarzo, di certe varietà della poddinga; ma molto più significante di tutto ciò si è la residenza fra questa specie di gneis di banchi del conglomerato quarzoso. Simile associazione l'osservai dappertutto, dove le roccie di questo periodo sono profondamente metamorfosate: così l'incontrai nella valle dell' Ubay in Francia, a Bellino nella valle della Vraita, a Unies

(1) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. IX.

(2) V. Descrizione di Genova e del Genovesato, distribuita ai Membri del Congresso scientifico tenutosi in Genova nel 1846.

in quella della Maira, nelle Alpi marittime, ecc. ecc. Dopo ciò non può più sostenersi l'opinione, che quello gneis appartenga al terreno primitivo, ed in conseguenza nemmeno la classificazione, che fa il Pareto di quelle roccie.

Viaggiando per quelle contrade non bisogna attendersi di vedere costantemente uniti il calcare, e i conglomerati, nè di vedere sempre questi soprassedere a quello, perchè vi sono tratti di considerevole estensione, dove l'una, o l'altra solamente delle due roccie è visibile, come vi sono tratti, dove il calcare sovrasta a' conglomerati di questo periodo. Noi abbiamo avvertiti questi giacimenti nella nostra Memoria sulla costituzione delle Alpi (1), ed abbiamo a quell'occasione asserito, che consideravamo il calcare superiore ai conglomerati sincrono ai sedimenti posteriori all'oolite osfordiano, che chiudono l'epoca giurassica.

Mentre insisto perchè si mantengano nel terreno antracitoso superiore i conglomerati della parte centrale delle Alpi marittime, non intendo escludere dalla loro composizione roccie detritiche di tempi maggiormente remoti, perchè, a mio avviso, il quarzite micaceo, di cui è costituita gran parte del monte Bracco presso Barge, e quello, che unito al calcare forma le falde delle Alpi marittime, sarebbero coevi, come dissi alla pag. 31, ai conglomerati infraliassici di oltre Alpi; questa classificazione manca dell'appoggio essenziale, manca di quella severa conferma, che sola gli può venire dalle spoglie organiche; dubitiamo grandemente, che sia per riceverla mai, perchè qualora abbiano esistito, lo stato delle roccie non lascia sperare, che se ne siano conservate le traccie. Ma se mai contro ogni nostra aspettazione se ne scoprissero, abbiamo fiducia, che si verificherà di nuovo l'esempio del colle *des Encombres*, dove i fossili sanzionarono le congetture nate esaminando solamente la natura, e la giacitura delle roccie.

Il terreno antracitoso superiore nelle Alpi guardanti la vallata del Po è confinato verso la cresta discendente immediatamente nella Savoia. Non intendo, che si abbia a tenere rigorosa la presente limitazione, perchè qua e là fuora di quella linea vi sono tratti considerevoli, con roccie colte da profonda metamorfosi, le quali, pel posto che occupano, e per la natura di quelle a cui sono associate, vogliono essere tenute del periodo

(1) Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. IX.

in discorso. Abbiamo avvertito come sia ampiamente svolto nelle Alpi marittime, e come di là s'inoltri in quelle più presso al Montecenisio. Prosegue nella giogaia al N. di esso monte, ove pare si scosti davantaggio dall'estremo ciglione della catena principale. Così nella valle d'Aosta mentre corona le vette attorno la Thuile, e parecchie di quelle della catena alla diritta della valle dell'*Allée Blanche*, si ritrova poi alla cima del monte detto *Bec de nona* posto al S. della città d'Aosta, ove è rappresentato da parecchie varietà di quarzite. Le riferisco a questo terreno, e non ad altro perchè giace evidentemente sul calcare cristallino, secondo me, raffigurante il liasse superiore, come si accerta salendo dalla città d'Aosta alla sunnominata montagna. Alla punta di essa il quarzite è puro, ma nelle regioni inferiori cambia tratto tratto di natura per l'unione di sostanze eterogenee, quindi ora è micaceo, ora felspatico, e ora granatico. Presso il lago sopra il vallone detto di *Comboè* spunta a fior di terra una roccia ricchissima di amfibolo attinoto; essa s'insinua tra i quarziti in modo tale da far credere che sia causa del dissesto dei loro strati. Le quali cose ritengono grandissima analogia con quello, che osservò il Beaumont al colle *du Chardonet* (1). Un fatto della stessa natura attira l'attenzione di chi discende dal piccolo S. Bernardo alla Thuile, essendo a un certo punto di quella via il quarzite cambiato in una roccia talco-amfibolica. Ivi rinvenni pezzi angolati di serpentina che vogliono aversi qual prova dell'esistenza di questa roccia in quei contorni, ciocchè si deve pure argomentare dalla natura delle alterazioni del quarzite.

Nella catena al N. di quella ove si alza la punta detta *Bec de nona*, il quarzite varia d'aspetto da uno strato all'altro, e secondo le roccie, che gli sono in prossimità. Dalla valle del Buttier, passando in quella di S. Barthélemy pel colle *Montagnaia*, nel tragitto si ha occasione di vedere avverarsi quanto veniamo di dire, imperocchè entrando nella prima di esse valli s'incontra il calcare dolomizzato, che va nascondersi sotto il quarzite felspatico piegato a guisa di mezza-luna presso Valpellina. Oltrepassato il villaggio si raggiunge un nuovo sistema di roccie. I monti sono composti di sienite stratificata tratto tratto attraversata da grossissimi filoni di granito, a diritta e a manca dei quali ne portano di quelli meno grossi, e da questi si staccano vene, in guisa che risalendo quella valle

(1) V. *Annales des sciences naturelles*, *Tom. 15. pag. 368 et suivantes.*

ora si ha sott'occhio il granito, ora la sienite, e poi di nuovo il granito, e poi ancora la sienite, la quale talvolta contiene mica, ed arriva, che la roccia per l'abbondanza di questa sostanza, e la sparizione del felspato si trova convertita in micascisto amfibolico. Avverto questi particolari perchè meglio emerga, che si tratta di sienite metamorfosata inferiore alla gran massa calcare, posciachè in quella stessa valle, sotto e sopra Biona vi sono lunghi e grossi massi ellittici di cotesta sostanza cristallina applicati contro la roccia sienitica. Salendo al colle di *Montagnaia* il calcare si mostra su più ampia estensione, ed ha su di sè il quarzite ora in grossi banchi, ed ora scistoso ricco di talco. Presso S. Barthélemy il quarzite è cambiato nello steascisto (scisto verde di Studer), ed il sottostante calcare diviene magnesiaco, ma là vicino sorge in grande copia la serpentina a rendere ragione di questa sorta di metamorfismo.

Alla maniera con cui ho parlato del terreno antracitoso superiore si potrebbe credere, che sia unicamente costituito di roccie detritiche, poddinghe e quarzite; come dalla descrizione che feci della gran massa calcare, si potrebbe similmente credere, che non racchiuda in sè roccia eterogenea. Doveva attenermi a citare le roccie principali di ciascun gruppo, e così feci, ma il fatto è, che con esse ne stanno congiunte delle altre. Col quarzite e colla poddinga si trova calcare scistoso, e scisti metamorfosati; e col calcare scisti di varia specie, insomma a parte lo stato di metamorfismo, altrimenti le cose da questa parte delle Alpi per quello che risguarda i sedimenti giurassici stanno generalmente come nella Savoia.

CALCARE DEGLI ULTIMI TEMPI DELL' EPOCA GIURASSICA

(*rappresentante gli strati del calcare di Portland, le argille di Kimmerigde, ecc.*).

Avvertimmo, che i conglomerati osfordiani nell'Alta Savoia, ossia nel tratto tra la catena primitiva che attraversa quel paese, e quella, che lo separa immediatamente dal Piemonte, avvertimmo, dico, che sono scoperti dei sedimenti ulteriormente formatisi in quella medesima epoca giurassica, salvo qualche ristrettissima regione posta in prossimità dell'estremo ciglione della seconda delle due sovra nominate catene.

Non è la stessa cosa nelle Alpi acquapendenti verso la pianura del Piemonte, perchè quivi sovente sui sedimenti rappresentanti il periodo osfordiano giace una grossa massa calcare associata a scisti. Dove il fatto si mostra su ampia scala e distinto, si è nelle Alpi Cozie, nelle Alpi marittime e negli Apennini. Nelle Alpi marittime le roccie di questo tempo si trattengono generalmente verso la vetta de' monti posti all'origine delle valli, da cui la nominata catena è profondamente solcata. La principale roccia è il calcare, il quale cambia da un luogo all'altro di struttura, di colore, e di purezza: dove è laminare, dove granoso, e dove con frattura ceroide; dove è bruno, dove bigio-scuro, e dove bianco sporco; dove è omogeneo, e dove con corpi estranei spesso con apparenza di essere resti organici.

La massa calcare in questione, che corona i monti attorno il colle della Rò, il monte Tabor ed altri monti similmente attenenti alla giogaia ove nasce la Dora Riparia, può dividersi in tre varietà. Al colle della Rò domina il calcare cristallino bigio sporco, i cui strati sono gradatamente assottigliati nel verso del basso in alto. I meno spessi, ossia quelli verso la superficie contengono arnioni allungati di selce, consimile al selce piromaco. Al monte Tabor differisce mineralogicamente da questo per essere bruno-scuro, venato di giallo, e per contenere corpi cilindrici, lunghi, torti, e similmente calcari, i quali somigliano modelli di corpi organici. Tutte e due le varietà di calcare descritte, sono congiunte nei monti all'origine delle valli della Vraita, e della Macra. La varietà nera soggiace alla bigia, la quale quivi non contiene gli arnioni selciosi. I monti a settentrione di Sambuco nella valle della Stura hanno la vetta, e parte del dorso fatto di calcare cristallino, nero venato di giallo, con corpi cilindrici, come quello del monte Tabor. Alla Baricate, in quella medesima valle, havvi il calcare bigio cogli arnioni selciosi. Si ritrova al colle della Mula aperto ne' monti che valica chi, da S. Dalmazzo il Salvatico nella valle della Tinea, si reca all'*Arche* in quella di Barcellonetta; quivi però è granoso, bigio-cenerino, e rinserra un' infinità di cilindretti, e di squamette con piccolissimo foro centrale, che gli addita avanzi di corpi organici. Il gruppo di monti, ove nascono le valli della Vermanagna, del Pesio, dell' Ellero, del Tanaro, della Roia, ecc., è forse il luogo, dove il calcare di questo tempo è maggiormente sviluppato. Un accurato studio delle principali varietà della roccia, del loro ordinamento, come anche della loro giacitura puossi facilmente fare percorrendo la valle del Pesio, e di

là valicando a Limone in quella di Vermanagna pel colle detto della Piana. Tra S. Bartolomeo e la Certosa, ma più vicino a questo antico convento, che non a quel villaggio, chi risale la valle seguitando la grande strada, trova a sua destra una cascina, e là presso giace un calcare scistoso, bruno-scuro con frattura cerosa, che si direbbe caduto dall' estremo ciglione delle catene laterali, tanto egli giunge inavvertito, ed inaspettato. Da ciò che stiamo per dire si comprenderà, che questa varietà di calcare deve spettare alla parte superiore della massa cui giudichiamo abbia da appartenere. Seguitando la via per fare il passaggio sopra indicato si giunge alla regione detta *Vaccarino*, ove il calcare prende davvero un considerevole sviluppo, e dove la sua soprapposizione alle roccie detritiche si presenta così netta e chiara, che nessuno può rivocarla in dubbio. Gli strati immediatamente posti sulle suddette roccie sono cristallini, e di una piuttosto ragguardevole grossezza. Vi sta sopra la varietà nera con rare vene gialle, contenente i già menzionati corpi cilindrici lunghi su sè ripiegati; la copre una varietà di calcare cristallino nero con arnioni calcare-selciosi; su questo sta un calcare bianco sporco con frattura ceroide, abbenchè di struttura cristallina come svela la lente; chiude la serie un calcare scistoso identico a quello citato in fondo della valle presso la Certosa. Tutte queste varietà di calcare arrivano nel vallone di *Armellino*, che dal citato colle riesce a Limone, ritenendo dove non è curvato a guisa di grande arco, l'inclinazione S. 10° O., essendo talvolta gli strati curvati a guisa di vôlta. Questo accidente mi parve affettare solamente gli strati più superficiali, quelli cioè superiori alla varietà con arnioni calcare-selciosi. E qui debbo osservare, che gli strati di calcare non sono tutti ugualmente ricchi di arnioni di codesta natura, la qual cosa è stata da me riconosciuta nelle Alpi dappertutto, ove esiste siffatto calcare. Discendendo a Limone si riscontrano ancora le roccie detritiche coi loro scisti. Siccome prima, e dopo di esse vi è il calcare, pertanto quelle si direbbero intercalate a questo; mentre in realtà sono le stesse roccie, che sul pendìo opposto si vedono sotto il calcare. Questa anormale posizione proviene dall'essersi colà operata una profonda rottura con spostamento verticale delle roccie, come si scopre consultando la giacitura del calcare, il quale, da una parte della frattura, la più alta, copre le roccie detritiche, e dall'altra, la bassa, pare innoltrarsi sotto, ma in realtà cessa contro di esse.

Le roccie detritiche, ed il calcare formano la maggior parte dei monti

della Vermanagna. Quelli tra Limone e il colle di Tenda sono da ambe le parti della valle coperti fin presso l'estremo ciglione di sedimenti dell'epoca nummulitica, i quali senza i nummuliti contenuti in numero grandissimo negli strati più inferiori, si confonderebbero per certo con quelli sottostanti di maggiore antichità stante il grado avanzato di alterazione in cui sono. Il gruppo nummulitico è separato dalle roccie di età più remota da un conglomerato quarzoso particolare. Su questo viene il calcare argilloso coi nummuliti; e poi via via succedono con ordine alternante scisti argillosi, psammiti, macigno e calcare argilloso.

Come abbiamo accennato la massa calcare infranummulitica, secondo i suoi caratteri mineralogici è divisibile in parecchie varietà. Ora trattasi di decidere se rappresentano un unico periodo geologico. Sono stato di questo sentimento per molto tempo, come risulta nelle mie anteriori Memorie, poichè dove parlo di esse, ed in generale delle altre roccie giacenti tra i conglomerati osfordiani ed i sedimenti nummulitici, le dico sempre degli ultimi tempi dell' epoca giurassica, ed in conseguenza le metto in complesso tra i rappresentanti i sedimenti di *Kemmerigde*, e di *Portland*. Ulteriori ricerche mi fecero concepire dubbii su quella mia classificazione, e venir in pensiero, che le varietà di calcare, di cui ho fin' ora tenuto discorso inclusivamente a quella contenente gli arnioni calcare-selciosi, o meramente selciosi, spettino realmente all' epoca, ed al periodo, a cui da molto tempo credetti doverli riferire; ma rispetto alle due varietà sopra accennate, il calcare bianco, e il bigio scistoso con frattura ceroide, io inclino crederle dell'epoca cretacea. Ciò asserisco come una semplice opinione venutami in mente dal vedere come per molte particolarità mineralogiche, questi calcari differiscano dalle varietà sottostanti, mentre si avvicinano ai sedimenti nummulitici delle montagne di Tanarello, e di Tenda. Prescindo dal dire di più, riconoscendo essere ora immaturo ogni qualsiasi giudizio a questo proposito, il quale deve essere preceduto da un particolarizzato e minuto studio di quelle contrade; e forse la questione non si potrà tuttavia risolvere, qualora la sorte non conducesse a scoprirvi fossili.

Inclinai sempre a credere, che i terreni delle Alpi e degli Apennini Liguri si estendessero nella vicina Toscana. Ad erigere questo mio pensamento in verità, bisognava trovare nei terreni antichi di questa provincia italiana fossili come nelle Alpi. Non disperai mai che si farebbe una simile scoperta tanto più, che le ricerche intraprese dal Guidoni nei monti

al golfo della Spezia avevano avuto un esito felicissimo. E difatti non sperai invano perchè non molto dopo il successo favorevole, ch'ebbero le mie indagini nei monti della Savoia, e in quelli della valle della Stura, il distintissimo Prof. Cavaliere Paolo Savi, ed il chiar.^{mo} Prof. Meneghini annunziavano la scoperta da essi fatta, di fossili nei monti della Toscana. Ora tutte queste scoperte collimano al medesimo fine, a dire cioè che nei due paesi esistono i medesimi terreni antichi, come si conghietturava prima della scoperta dei fossili per causa della natura delle roccie, e della loro stratificazione (1).

SUL METAMORFISMO DELLE ROCCIE.

Noi avvertimmo una grande differenza tra le roccie delle due parti delle Alpi. Negli anni addietro non se ne sarebbe potuto dare una soddisfacente spiegazione. Ora che si conosce meglio la costituzione del globo, che la medesima roccia si seguì su spazio estesissimo, che si notarono le sue graduate mutazioni, com'esse procedono, e le circostanze che le accompagnano, ora quella differenza con ragione s'attribuisce alle roccie plutoniche, e ai filoni sieno, o no metallici. L'agente principale è indubitatamente stato il calorico irradiato da quelle masse; ma secondo noi esso non fu solo, fu coadiuvato dall'elettricità, in quel rinnovarsi di sconvolgimenti terrestri fatta più copiosa del solito per causa delle reazioni chimiche che necessariamente nacquero tra le roccie plutoniche, e le sedimentose. Non mi farebbe maraviglia, che taluno a tutta prima credesse, ch'io risguardi l'elettricità effetto e causa del metamorfismo. Credo necessario

---

(1) Il distintissimo Cavaliere Professore Paolo Savi aggiunse alla traduzione fatta da lui, e dal chiarissimo Professore Meneghini, della Memoria del Murchison sulle Alpi, sugli Apennini e sui Carpazi, aggiunse dico un'appendice dove riassume con concisione, ordine e chiarezza il contenuto nelle varie sue Memorie sulla composizione, e sull'età del suolo Toscano. Confrontando ciò che narra sulla parte antica di esso suolo, con quanto nel corso di parecchi anni siamo venuti tratto tratto dicendo sulle Alpi, e sugli Apennini Piemontesi, sarà impossibile non riconoscere che nei due paesi esistono i medesimi terreni, e nel medesimo stato, od a un dipresso. Mentre mi trovo pienamente d'accordo col Geologo Toscano pei fatti generali, nei particolari esistono tra noi due alcune discrepanze, le quali non sono però di natura tale da esercitare una essenziale influenza sulle nostre conclusioni.

dare al mio concetto maggiore schiarimento, onde evitarmi la taccia d'autore di paradossi, o di qualche cosa che gli somigli.

Resta provato dall'esperienza, che si svolge elettricità col contatto di due sostanze eterogenee atte ad agire l'una sull'altra, o che diventano tali coll'aggiunta di un terzo corpo. La terra composta com'è di strati di natura diversa, soprapposti gli uni agli altri, fra cui circolano fluidi capaci di suscitare, e mantenere viva una reazione chimica, vuole essere considerata come una pila voltaica, e sorgente perenne di elettricità. Ma questa sua facoltà di emettere fluido elettrico si sarà accresciuta di molto nell'occasione dei sollevamenti per causa della pronta, e viva reazione tra le sostanze, che arrivavano alla superficie terrestre, e quelle, che questa superficie costituivano. Voglio supporre, che l'elettricità fosse passiva al luogo ove scaturiva, ma certo non si può fare uguale supposizione, dopo che avesse corso un piccolo tragitto; doveva funzionare siccome richiede la sua natura; separare cioè sostanze unite, e riunirne le separate; promuovere volatilizzazioni, e riduzioni; doveva divenire un principio attivo; doveva insomma essere causa di un metamorfismo particolare, semplicemente affine con quello, che riconosce la sua origine dal calorico irradiato dalle roccie plutoniche. Ciò posto il metamorfismo è uno di quei fenomeni continui. Noi lo crediamo tale; ma crediamo altresì, che vi sieno stati periodi in cui procedette con grande attività, ed altri in cambio durante i quali operossi lentamente. Ora sarebbe in quest'ultima condizione.

Le roccie allo stato che suole giudicarsi essere il più alto grado di metamorfismo cui possono raggiungere, dovrebbero, in conseguenza di quanto veniamo di dire, unicamente incontrarsi dove l'azione chimica è stata più viva, cioè presso le roccie plutoniche. È difatto attorno le roccie di questa origine, ove il fenomeno si presenta in tutta la sua grandezza. Nelle Alpi, dove io lo studiai, avviene però anche di rinvenire roccie fortemente metamorfosate, senza che sia dato di scorgere nelle vicinanze quelle di eruzione. In questi casi però io notai sempre il suolo con gibbosità ed altri disordini meccanici, che per me sono indizii di un sollevamento senza eruzione, o rottura, cioè di una forte tumefazione interna della roccia plutonica, per cui essa arrivò ad essere così vicina alla superficie terrestre da agirvi sopra, e cambiarne la natura.

Noi parlammo fin qui del metamorfismo come fosse opera esclusiva del calorico, e dell'elettrico. Ora dobbiamo aggiungere, che vi sono molte

roccie, le quali devono questo loro stato all'essersi combinate con sostanze emanate dalle viscere terrestri in un colle roccie plutoniche. La qual cosa, per i molti studi che si fanno sulle roccie, e per quelli che si proseguono con attività sui filoni, viene ogni giorno ad essere posta in maggiore evidenza.

Noi non conosciamo, nè possiamo farci un'idea netta e precisa di quelle reazioni, perchè ignoriamo le circostanze in cui si compirono. Ma dobbiamo persuaderci che furono regolate da quelle medesime leggi, che governano le operazioni di simile natura, che effettuiamo nei nostri laboratorii. Pertanto ciò, che al mio giudizio, esercitò un' influenza grandissima sul risultamento finale di esse, è stata la natura di fluidità posseduta dalle sostanze insieme reagenti. Del che resteremo convinti, se consideriamo come agirebbe la silice unita al fluorio su un mescuglio composto di varie sostanze terrose, e come vi agirebbe sotto l'azione di un' elevata temperatura sciolta nel vapore acquoso mediante un alcali, come sta nelle acque zampillanti del Geyser: consideriamo quali prodotti somministrerebbe la magnesia sciolta nel calorico, e quali altri invece darebbe in parità di circostanze, sciolta, oppure semplicemente divisa in un fluido, che non sia il calorico. Insomma concludiamo, che un corpo, il quale abbia la fluidità simile a quella dei gassi produrrà, combinandosi con determinate sostanze, composti differenti da quelli, che formerebbe qualora la sua fluidità fosse identica con quella del vapore, oppure fosse semplicemente allo stato di divisione grandissima in un fluido.

Le sostanze emanate avranno funzionato nelle combinazioni ora come acido, e ora come base, e può anche essere, che sieno state divise in maniera da rappresentare tutti e due questi elementi dell'azione chimica. Ma comunque sia avvenuto il fatto, sarà pur sempre vero, che nel caso in cui sia loro toccato rappresentare un acido, venendo esso a soprabbondare per rispetto alla capacità neutralizzante delle basi, ne sarà allora risultato una roccia acida; questa poi sarà riuscita basica, o neutra, allorquando il principio salificante sarà stato deficiente, oppure nella giusta proporzione per saturare il potere salificabile rappresentato nei sedimenti. Sarà accaduto precisamente l'opposto di ciò, che qui supponiamo, se le sostanze volatilizzate, invece di avere le qualità proprie agli acidi, ritenessero quelle, che caratterizzano le basi. Oltre a questi casi ve ne successe un altro, che è stato quello, in cui la materia sublimata eccedette la quantità voluta a formare le accennate specie di roccie; allora

la parte soprabbondante cristallizzò isolata nella roccia medesima, o si concentrò negli sgonfi, o cavità esistenti per essa. Così sovente si rinvengono nella dolomite cristalli di carbonato di magnesia puro. Parimente attorno il ferro ossidolato eruttivo le roccie metamorfosate sogliono per l'ordinario racchiudere numerosissimi cristallini ottaedrici di questo minerale. So benissimo, che taluno vedrebbe in essi la concentrazione del ferro contenuto nella roccia prima della sua metamorfosi. Ma quando il fatto avviene dove la stessa sostanza irrupppe in copia grandissima, come per l'appunto accadde nei monti di Cogne, di Traversella, di Brozzo, ecc., pare a me, che il ragionare in simile guisa, sia un volere andare in cerca di pretesti, onde negare, che colle eruzioni delle roccie plutoniche, e dei filoni vi sieno state emanazioni di sostanze fluide. Ricusando di ammettere emanazioni di codesta sorta, in quale stato, domando io, sorsero le diverse sostanze cristallizzate negli sgonfi delle roccie plutoniche: allo stato liquido forse? Ci dice l'opposto la somma loro fusibilità, anzi la facilità a volatilizzarsi, per cui molte di quelle sostanze dovettero possedere quest'ultimo stato ad una temperatura, che non bastava a far rammollire i filoni ove sono imprigionati, i quali al momento dell' eruzione avevano per lo meno la consistenza vischiosa, altrimenti non sarebbero penetrati nei più minuti meati, e nelle più sottili fessure delle roccie. Similmente l'ipotesi che vorrebbe quelle sostanze in origine semplicemente liquide, metterebbe in un grave imbarazzo per comprendere come abbiano potuto nascere gli aggruppamenti bizzarri di essi cristalli, che si compenetrano l'uno l'altro, e dove bene spesso si vedono quelli per loro natura apiri, ossia difficilissimi a liquefarsi, fasciarne ed avvolgerne di quelli fusibilissimi. Nelle masse di ferro eruttivo dei monti di Traversella, di Brozzo, ecc., dove le riunioni de' cristalli di questa sorta sono comuni, e svariate, se ne rinvengono di quelle con altre particolarità, per cui divengono non meno delle accennate accomodanti al caso nostro. E qui intendiamo di parlare dei cristalli di dolomite, e di quarzo, nei quali vi sono suoli di cristallini di ferro oligisto, di pirite, di siderite, ecc. Non possiamo concepire una simile riunione altrimenti, che ammettendo, che tutte le sostanze si trovarono simultaneamente allo stato vaporoso. Se poi riflettiamo alla loro distribuzione, ordinata per suoli, ed alla maniera con cui si avvicendano i cristallini della stessa natura, bisogna conchiudere, che l'arrivo, od emanazione di quei vapori succedette con intermittenza irregolare. Tutte queste cose ricevono poi una solenne sanzione da ciò, che capita nelle eruzioni

vulcaniche, perchè in quelle occasioni vengono fuori nello stesso mentre sostanze vischiose, gassi di varia natura, vapore acquoso e di altre sostanze tenenti in soluzione materie saline, e in fine queste diverse maniere di sostanze fluide servono di veicolo ad altre solide in uno stato di divisione grandissima, insomma i vulcani ci forniscono fatti, che giustificano pienamente i nostri ragionamenti, e che comprovano le nostre deduzioni colle quali per ultimo si viene a dichiarare che nelle profondità terrestri esiste un laboratorio dove si compiono i più curiosi, e i più interessanti fenomeni chimici.

Per toccare tutti i punti dell'argomento di cui osammo dare un breve cenno, bisognerebbe indicare la parte, che puossi ragionevolmente supporre abbia avuta ciascuna sostanza in particolare nel metamorfismo. Ciò uscirebbe dai limiti, che ci sono imposti dallo scopo della presente Memoria, seppure non gli abbiamo già oltrepassati con quel tanto, che credemmo di dover dire, onde dimostrare che il metamorfismo riconosce più di una origine (1).

Cerchiamo ora di penetrare la causa delle differenze mineralogiche tra le roccie sedimentose delle due parti delle Alpi. Poichè, come abbiamo detto, le une e le altre sono contemporanee ed insieme confinanti, egli è probabile che siansi formate nelle medesime condizioni, e sotto le medesime influenze. Laonde quelle loro differenze da altro non possono procedere, se non dalle cause metamorfosanti, che agirono in diversa maniera nelle due contrade, oppure in una di esse, quella dove il metamorfismo si direbbe giunto a più alto grado, quelle cause furono più vive, più sovente rinnovate, e più durevoli. Questa è la nostra maniera di pensare, la quale trova un forte appoggio nella guisa con cui si sviluppa il metamorfismo, e nella sproporzionata relazione tra le roccie plutoniche d'ogni maniera nelle due parti della catena alpina. Difatti nella Savoia havvi la catena granitica, che parte dal Monte-Bianco, e va in Francia passando pella Tarantasia, e pella Moriana: havvi la serpentina confinata ne' monti che separano l'origine delle due valli, quella dell'Isera e quella dell'Arc: havvi molto gesso, e poca dolomite; hannovi filoni di galena, di ferro, ecc. Facendo la medesima generale rassegna nei monti acqua-

---

(1) V. Beaumont, *Note sur les émanations volcaniques, et métallifères. Bulletin de la Société Géologique de France, deuxième Série, Tom. 4. pag. 1277.*

pendenti verso il Piemonte, troviamo, che quivi havvi granito ordinato in due file; che havvi serpentina, diorite, sienite; che havvi porfido quarzifero, e porfido verde (melafire); che havvi gesso e dolomite; che hannovi molti filoni metallici, di ferro ossidolato, di pirite orifera, e non orifera, di rame piritoso, di cobalto, di manganese, di galena, ecc., e molti altri non metallici. Non penso per altro, che ciascuna delle nominate roccie spetti ad un cataclisma, o rivoluzione particolare, avendo ne' miei viaggi avuta occasione di accertarmi, che le roccie plutoniche si metamorfisano esse pure. Donde ciò proceda non lo so dire, ma il fatto esiste molto distinto nei monti circostanti a Ivrea, ove, come abbiamo avvertito in una nostra Memoria (1), si vede la diorite gradatamente trasmutarsi in protogina, e questa poi assumere a poco a poco i caratteri della serpentina. Studiando la giacitura del gesso, e della dolomite nelle Alpi, si scopre troppo vincolata colla serpentina, perchè non si possa segregare da essa come fosse una roccia indipendente. Le roccie granitiche sono quivi di due sorta: abbiamo il granito propriamente detto, e la sienite: questa taglia quello ne' monti di Andorno, di Biella, di Traversella, di Cogne, ecc. La sienite cambia poi d'aspetto dall'uno all'altro luogo. Ivi, a differenza di quella del Monte-Bianco, contiene piccoli cristalli di sfeno giallo di miele. Si è preteso il porfido quarzifero contemporaneo del granito. Non metto in dubbio, che ciò sia vero per certi paesi, e per certe regioni; ma non posso concederlo pel porfido, e pel granito dei monti, che da ponente del lago Maggiore si estendono riuniti in una giogaia attorno il lago d'Aorta, da dove si protende nella valle della Sesia, e da qui in quella della Sessera; stantechè dappertutto dove le due roccie sono in contatto ritengono ambedue essenziali alterazioni di composizione, e di struttura, e ne risultò un composto, il quale partecipa delle due roccie, che si sono insieme confuse. L'ultima delle due roccie eiettata è quella che promosse indubitatamente la reazione, e questa, da quanto appare, è stato il porfido, essendo esso in più luoghi in filoni, che penetrano, e corrono pel granito. Non mancano, nè sono scarsi nelle Alpi gli esempi di roccie plutoniche state modificate in questa guisa. Ne abbiamo tra gli altri luoghi ne' monti presso Biella, e precisamente a Graglia, ed al Favero. Ivi il melafire, roccia

(1) V. Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, Serie II. Tom. IX. Notizie e schiarimenti sulla costituzione delle Alpi Piemontesi.

recentissima, attraversa la serpentina assai antica ridotta in uno stato particolare, essendo sensibilmente diminuita la sua dolcezza al tatto; acquistò una tinta bruno-scura, e divenne fragile. Dal lato delle alterazioni meramente meccaniche faremo osservare, che si operò un sistema di fessure, per cui su certi punti in luogo di conservare l'apparenza di una massa omogenea, sembra una disordinata riunione di massi di sterminata mole.

Accadde per i filoni metallici e non metallici, ciò che avvenne pelle roccie plutoniche: non sono tutti contemporanei, siccome avvertono le loro direzioni, nè vanno tutti d'accordo coi principali sollevamenti del paese; quelli che se ne scostano, si collegano con uno, o con un altro dei grandi sollevamenti scoppiati in più o meno lontane regioni.

Questi rapidi e succinti cenni sulle roccie eruttive non hanno per fine di far conoscere le singole specie, e varietà di esse esistenti nelle due contrade. Il loro scopo è ristretto a dimostrare, che sono in maggior numero, e su più ampio spazio nelle Alpi acquapendenti nella vallata del Po, che non in quelle della parte opposta. E siccome ammettiamo che abbiano avuta una parte molto attiva nel metamorfismo delle roccie sedimentose, così non deve recar meraviglia, se il fenomeno nella contrada dove signoreggiano, si estende a più vasta superficie, e sia in uno stato particolare, o come alcuni sogliono dire, più profondo.

L'ordine della Memoria ci porta a parlare dello stato e della temperatura originale delle roccie plutoniche. Noi non c'inoltreremo in questa spinosa questione, stata, del resto, trattata con molta dottrina dai signori Fournet, Durocher, Scheerer di Cristiania (1) ecc. Noi ci limitiamo a un semplice cenno sul quesito, che ad ogni momento per la natura dei fatti si presenta al viaggiatore in certe regioni del nostro paese, ed è, se le roccie plutoniche possedettero sempre al loro arrivo alla superficie terrestre una temperatura abbastanza elevata da agire sensibilmente sui sedimenti nettuniani. Noi crediamo che sì malgrado i fatti, che sembrano attestare il contrario. Tra questi citiamo la serpentina nella valle della Bormida, la quale è attorniata da sedimenti nummulitici, che fanno un angolo ragguardevole coll'orizzonte, senza essere menomamente alterati nella loro costituzione. Accagionando la serpentina dello slogamento del

(1) V. cosa riferisce il Beaumont nel *Bulletin de la Société Géologique de France, deuxième Série, Tom. 4. pag. 468 et 1310.*

terreno nummulitico, dobbiamo, in ordine ai principii fin qui predicati, convenire che sbucciò di terra con una temperatura uguale, o poco superiore a quella dell'ambiente atmosferico, con una temperatura insomma insufficiente a promuovere una reazione tra i componenti dei sedimenti da cui è coperta. Il fatto è, che la serpentina preesisteva a quella formazione, come lo fanno chiaro i suoi ciottoli e frantumi in quei sedimenti, laonde non fu essa causa efficiente del loro sollevamento, ma partecipò essa stessa della spinta per cui i sedimenti furono recati fuora dell'Oceano, ove si sono deposti; da cosa ciò sia avvenuto non hassi a cercare colà, perchè non havvi altra traccia del fenomeno, che il dissesto meccanico degli strati.

Noi abbiamo parlato del metamorfismo sotto l'aspetto di fenomeno chimico. Vi sono casi in cui l'azione chimica pare non vi abbia avuto parte, sebbene gli agenti promotori del fenomeno sieno stati il calorico e l'elettrico. E questi sono i casi di cristallizzazione delle roccie senza preventiva fusione, nè rammollimento, e senza nessuna sorta di cambiamento attenente alla loro composizione, casi per molti rispetti paragonabili all'alterazione, che succede nella struttura del ferro dolce mediante forti scosse, o celeri vibrazioni, o prolungate rapide variazioni di temperatura; e alle argille di ogni maniera coll'esposizione ad una temperatura non elevata al punto da determinarne la fusione, nè il rammollimento. Abbiamo nelle Alpi, e negli Apennini quarzite, macigno, calcare e scisti argillosi con struttura cristallina, o metamorfosati in seguito al procedimento che veniamo di accennare, imperocchè ritengono una compage, che si rileva essere l'originale, e contengono fossili divenuti essi pure cristallini senza perdere la configurazione propria, nè nessuna di quelle delicate parti che aiutano il Paleontologo a riconoscerne la specie. Qual parte ciascuno dei due succitati agenti abbia avuto al fenomeno, non si può indovinare. Il più verosimile si è che tutti e due abbiano concorso al suo compimento.

Indicammo altrove l'elettricità come causa precipua di fenomeni chimici. Ora la ricerchiamo per altri meramente fisici. Potrebbe credersi che noi riconosciamo a questo fluido ora un potere, ed ora un altro, secondo richiede il bisogno, ed esige il fatto che si vuole risolvere, mentre sappiamo immutabili le qualità dei corpi. Noi non sconosciamo questo principio, e crediamo di confermarlo col far concorrere l'elettricità alle due sorta di fenomeni, imperocchè gli riteniamo come grado diverso di un effetto,

che muove dalla medesima causa. Suppongasi un quarzite, od un calcare sottoposto ad una corrente elettrica. Due sono i risultamenti, che uno può attendere. Se la corrente è forte abbastanza da produrne la scomposizione, una roccia si risolverà ne' suoi elementi, e l' altra ne' suoi componenti, supponendole pure; se poi contengono sostanze eterogenee, allora si formeranno composti di nuovo genere; ma se la corrente è debole, in questo caso le due roccie acquisteranno la struttura cristallina, siccome insegnano le esperienze instituite dal sig. Becquerel. Nella galvano-plastica si ha un bellissimo esempio dei due fenomeni determinati dall'elettricità per cui si scompone il solfato di rame, e cristallizza il rame ridotto.

Non ci estendiamo davantaggio sulle cause del metamorfismo. Nel lasciare questo interessante argomento ricordiamo di nuovo, che lo stato particolare delle roccie nella parte meridionale della catena alpina, dipende da che quivi è dove irruppero di preferenza le roccie plutoniche.

GIACITURA DELLE ROCCIE STRATIFICATE NELLA CATENA ALPINA.

Le cose da noi narrate col proposito di dimostrare la contemporaneità delle roccie nelle due parti delle Alpi, se mai non avessero soddisfatto, confidiamo, che saranno per convincere i fatti, che riferiremo nel presente capitolo.

Dal Monte-Bianco si distacca una catena di granito-protogina che attraversa la Tarantasia, la Moriana, e mette capo in Francia, tenendo nel suo corso a un dipresso la direzione N. 34° E. S. 34° O. È vestita dalle due parti di gneis, di micascisto, e di una specie di scisto felspato-amfibolico, ch'io ritengo essere un sedimento metamorfosato. Giace quest'ultimo sopra le due citate roccie, ed ha su di sè scisti argillosi, ardesie, del terreno antracitoso inferiore più alterato dell'ordinario, come chiunque può accertarsene, visitando il monte sotto S. Giovanni di Moriana, ove nei tempi addietro si scavava un filone di galena argentifera, stato poscia abbandonato per causa della sua povertà. I terreni antracitosi attorniano il Monte-Bianco. Sotto Beaufort, e più precisamente in prossimità di Albert-Ville, coprono il solo dorso della catena primitiva prospiciente a levante, e continuano ad essere così su tutto il territorio della Savoia. L'inclinazione si mantiene costante all'E. 34° S. Alla distanza di 15 chilom.[1]

circa dal lato di levante si volge tutto ad un tratto in verso opposto, cosicchè le roccie sono piegate a guisa di una grande U colle due branche volte in alto, di cui una poggia sulla catena granito-protoginica, che ha la radice nel colosso del Monte-Bianco; l'altra forma il dorso delle giogaie su cui si dividono le acque, che colano da una parte in Piemonte, e dall'altra nella Savoia (1). V. Tav. 2. fig. 1.

Con uno studio comparativo delle roccie stratificate nelle due catene, cioè di quella, che dal Monte-Bianco si estende in Francia colla direzione sopraccennata, e dell'altra, che passa a levante del Monte-Bianco, e prosegue pel piccolo S. Bernardo, pell'Iserano, pel Monte-Cenisio, pel Monte-Ginevra, e continua oltre il Monte-Viso, uno si persuade, facendo ben inteso la debita parte al diverso grado di metamorfosi in cui si trovano, che nascono dai medesimi sedimenti. Sulla prima delle due catene succedono alle roccie cristalline le ardesie, i quarziti, e poi continuando a risalire vengono il calcare cristallino in grossi banchi, il gesso, infine vengono i conglomerati, nuovi quarziti, psammiti e ardesia. Sulla seconda vi sono ancora le medesime roccie, distribuite col medesimo ordine, le quali, da quelle cime, si distendono ai monti della vallata del Po, ma generalmente quivi sono in un altro stato, e come suol dirsi, sono maggiormente alterate; così in luogo d'ardesie, vi sono scisti lucenti, che su certi punti diventano scisti micacei: il calcare è saccaroide o lamellare spesso mutato in dolomite, od in gesso: i conglomerati hanno il cemento talcoso, o quarzoso, ma in tutti e due i casi la struttura è maggiormente cristallina di quella delle medesime roccie sulla catena, che gli sta in faccia: i quarziti sembrano non di rado al quarzo in massa; le psammiti sono trasmutate nello gneis particolare, di cui fu questione nei precedenti capitoli.

Questi cambiamenti si compiono gradatamente, ed i diversi stati per cui ciascuna roccia passa prima di giungere alla maggiore sua alterazione, sono di grandissimo soccorso a scoprire le verità, che con simili studi uno intende rintracciare.

Sul dorso occidentale della catena granito-protoginica vi stanno roccie di tutt'altra epoca. Sono grossi banchi di calcare cristallino sotto cui,

(1) Non teniamo conto dei parziali cambiamenti d'inclinazione delle roccie, non richiedendolo la questione, che qui trattiamo. Essi sono indicati nelle precedenti nostre Memorie sulle Alpi, il cui scopo era pur anche di far conoscere il complicato loro disordine.

in qualche regione, appariscono strati di argille più o meno indurite. Queste roccie contengono fossili non più antichi del terreno osfordiano superiore, e raramente avviene di trovarne del terreno oolitico superiore. Come sia, che manchi da un lato della catena la parte superiore del terreno osfordiano, e che dall'altra non si veda la parte inferiore di esso terreno, io non saprei dirlo: forse che passava per colà una corrente sottomarina, la quale anzichè permettere nuovi sedimenti rodeva, e consumava i preesistenti; forse che la già citata rottura nel verso della catena con ineguale spostamento delle roccie dalle due bande di essa (*faille*), capitò subito dopo il sedimento del terreno antracitoso superiore, per cui gran parte di questo emergeva, mentre attorno attorno si deponeva il complemento di esso terreno. Se volessi continuare a fare delle supposizioni non la finirei così presto, ma non avanzerebbe per questo la questione. Noi abbiamo narrato il fatto tal quale è; la soluzione verrà quando si conosca meglio la corteccia terrestre, e le vicende a cui andò soggetta.

Se si accettano le divisioni del terreno antracitoso da noi proposte, se parimente si accetta l'opinione emessa sull'età loro, nessuno vi sarà, il quale non convenga con noi in quest'altra sentenza, che le roccie antracitose superiori corrispondino ai primi tempi del periodo osfordiano in cui a preferenza di altre roccie si deposero generalmente argille, e roccie argillose di vario genere.

CONSIDERAZIONI SUL SOLLEVAMENTO DELLA SERPENTINA, E SUL TERRENO DILUVIALE.

Da quanto siamo venuti accennando si scorge, che il sollevamento della serpentina è anteriore ai sedimenti della formazione terziaria. Ora aggiungiamo, che all'epoca della sua eruzione le roccie stratificate nelle Alpi erano precisamente allo stato metamorfosato, in cui noi le vediamo, essendo appunto in siffatta condizione, che qui da noi esistono i loro ciottoli nei terreni nummulitico (1), e mioceno. Non voglio togliere alla

---

(1) Le colline tra la valle del Tanaro e gli Apennini furono fin qui indistintamente considerate

serpentina ogni influenza nel sollevamento delle Alpi occidentali, negando, che ne sia arrivata in quell'occasione alla superficie terrestre, voglio piuttosto difendere ciò, che dissi altrove, che vi fu un'eruzione di serpentina prima dell'avvenimento a cui è dovuta l'emersione del più antico dei nostri terreni terziarii.

---

del periodo mioceno coperte qua e là di sedimenti plioceni. Noi seguimmo questa classificazione. Ma alcuni fossili di quelle regioni pervenutici sott'occhio, svegliarono in noi dei dubbi, per cui divisammo farvi nuove ricerche. Per illuminarci domandavamo a tutte le persone istrutte, le quali per ragione delle loro occupazioni avessero a fare frequenti corse per esse, se mai conoscessero località, ove s'incontrassero reliquie di corpi organici.

Il reverendo D. Giovanni Domenico SOAVE, Parroco a Grognardo, fu uno di quelli ch'ebbi l'onore d'interpellare. Da lui seppi, che esistevano a poca distanza di là alcune colline composte quasi esclusivamente di corpicciuoli circolari, che chiamò *lenticchie*. Penetrai cosa potessero essere codeste *lenticchie*; pertanto lo pregai a volermi condurre sul posto. Con molta cortesia, e gentilezza si arrese alla mia preghiera, per cui qui glie ne rendo infinite grazie, come pure al Cavaliere Benedetto INCISA, il quale m'accompagnò in quella escursione col fine di facilitarmi le ricerche, ed indicarmi il luogo preciso, ove lui stesso ha preso alcuni fossili, che furono quelli, che m'avevano svegliata l'idea, che que' sedimenti posseggono un'età maggiore di quella assegnatagli per lo passato. In breve tempo arrivammo alla regione detta *Verazza*, e quivi rimasi meravigliato di trovare un macigno più ricco forse di Nummuliti, che di grani di arena. Ecco com'è il giacimento delle roccie, progredendo da basso in alto.

1.° Copre immediatamente la serpentina, oppure roccie stratificate metamorfosate, un conglomerato composto di grossi ciottoli, e di massi tra quali soprabbondano quelli di serpentina. Su questo sta una poddinga della medesima natura frammista a strati di argilla sabbiosa e ghiaiosa, nei quali a Grognardo, a Ponzone, a Cadibona, ecc., giace il lignite peciforme, in cui si rinvengono avanzi di *Antracoterio*.

2.° Copre la precedente serie di roccie il macigno con Nummuliti, e con Pettini. Ora questi fossili caratterizzano essi il vero terreno nummulitico preteso da alcuni eoceno, e da altri degli ultimi tempi del periodo cretaceo? Senza pretesa di entrare nella questione notiamo, che secondo quanto ci suggeriscono i fossili, esso è coevo al terreno di questa natura del contado di Nizza.

3.° Riposano sul macigno nummulitico numerosissimi strati di argilla alquanto sabbiosa, o come alcuni la chiamerebbero di molassa. Contiene alcuni fossili, e questi del periodo nummulitico.

4.° Sulla molassa sta un macigno assai solido, qua e là scavato come pietra da costruzione. Abbondano in esso pettini, e cilindri ramificati, in cui si scorge il modello di un vegetale.

5.° Presso le terme d'Acqui, ed a Ponzone risiede tra il macigno un calcare grossolano, bianco sporco con pettini, ed alcuni degli altri fossili che si trovano medesimamente nelle roccie sotto, e sopra lui.

Perchè la narrazione abbia la maggiore possibile precisione, conviene avvertire, che il macigno, e la molassa non sono sempre distinti l'uno dall'altra come per avventura si potrebbe credere, essendochè nei punti di contatto si fondono, e si mescolano insieme, e non è, che dopo parecchi strati fatti a questa maniera, che la roccia prende un carattere preciso e determinato.

Queste roccie nei contorni del Dego e delle Carchere sono doviziose di fossili. Il primo a ricercarli è stato il benemerito Professore Padre IGHINA, delle Scuole pie. Egli ebbe la compiacenza

Finisco questa mia Memoria con esporre il mio avviso intorno al terreno alluviale, su cui esercitossi in questi ultimi tempi lo spirito de' più distinti Geologi. Come è noto vi sono tuttora di quelli, i quali pretendono, che sia un sedimento lasciato da fiumane, che corsero la superficie terrestre;

---

di accompagnarmi in alcune località, ove si trovano in maggiore numero, mi diede anzi pel Museo molti individui che possedeva doppi nella sua propria raccolta. Su questi, e su quelli da me medesimo raccolti, il Professore Dottore Eugenio SISMONDA sta preparando un lavoro paleontologico; io do qui l'elenco delle specie già da lui riconosciute, collo scopo di autorizzare la classificazione da me fatta di quel terreno; senza del che aspetterei a pubblicarli, che il suddetto Professore avesse compiuto lo studio di tutti quelli, che già possiede il Museo, ed io preparato il lavoro particolare, che mi propongo di dare su quel terreno:

Piante.

* *Fucoides Targionii*, Ad. BRONG.

Zoofiti.

Madrepora glabra, GOLDF.
* *Meandrina profunda*, MICHELIN.
* *Astrea astroites*, BLAINV.
* —— *lobato-rotundata*, MICHELIN.
Antophyllum detritum ——
Gemmipora cyathiformis, BLAINV.
* *Lobophyllia contorta*, MICHELIN.
* *Flabellum costatum*, BELL.
Turbinolia praelonga, MICH.
* —— *exarata*, MICHELIN.

Echinidi.

* *Echinolampas Laurillardii*, AG.

Acefali.

* *Ostrea gigantica*, BRANDER.
* —— *D'Archiaci*, BELL.
* —— *orbicularis*, SOW.
* *Spondylus asperulus*, MUNST.
* —— *rarispina?* DESH.
* *Pecten Thorenti*, D'ARCH.
—— *laevigatus*, GOLDF.
—— *Burdigalensis?* LAM.
* *Chama substriata?* DESH.
* *Pectunculus angusticostatus*, LAM.
* *Arca hyantula*, DESH.
* *Lucina grata*, DEFR.
* *Cyrena Brongniarti*, BAST.
* *Cardita Arduini*, Al. BRONGN.
* *Crassatella scutellaria*, DESH.
* *Venus proserpina*, Al. BRONGN.
—— *sulcata*, NYST.
Cytherea Erycinoides? LAM.
* *Pholadomya Puschii*, GOLDF.
* *Teredo Thournali?* LEYM.

Gasteropodi.

* *Dentalium grande*, DESH.
* *Cerithium cornucopiae*, SOW.
* —— *plicatum*, LAM.
—— *margaritaceum*, BROCC.
* *Cassidaria striata?* SOW.
* *Cassis Calantica?* DESH.
Pleurotoma cataphracta, BROCC.
—— *ramosa*, BAST.
* —— *labiata*, DESH.
Fusus reticulatus, BELL. et MICH.
* *Voluta harpula?* LAM.
—— *affinis*, BROCC.
* —— *depauperata*, SOW.
* *Pteroceras radix*, Al. BRONGN.
* *Ancillaria inflata*, DESH.
—— *obsoleta*, BROCC.
* *Cypraea inflata*, LAM.
* —— *angystoma?* DESH.
Solarium simplex? BRONN.
* *Natica crassatina*, DESH.
* —— *sigaretina*, LAM.
* —— *spirata*, DESH.

altri in cambio, osservando, che questo terreno nelle valli, ed al loro sbocco nelle pianure è in cumuli con forme analoghe a quelle delle Moriccie, che si costituiscono naturalmente ai lati e in fondo dei ghiacciai, vogliono che sia un'azione identica, che lo abbia ingenerato.

Adottando l'opinione, che i cumuli di terreno diluviale sieno opera di ghiacciai, non s'isfugge dal dover ammettere, che vi fu un'epoca in cui tutta la superficie terrestre è stata coperta da ghiaccio, od in altri termini, che vi fu un'epoca ghiacciale, stantechè que' cumuli non sono solamente confinati nelle parti più alte, e più remote delle valli, ma discendono al loro sbocco, arrivano molto innanzi nelle pianure, anzi coprono queste ultime, lo che è facile ad accertare col confronto delle roccie, che compongono codesti sedimenti; se abbisognasse un'altra prova, faccio osservare, che i massi sperperati di roccie diverse, erratici, che indistinta-

---

* *Scalaria crispa*, LAM.
* —— *decussata?* ——
* *Turritella imbricataria* ——
—— *quadriplicata*, BAST.
* —— *incisa*, Al. BRONGN.
* *Melania costellata*, LAM.

Cefalopodi.

* *Nautilus Regalis?* SOW.

Pesci.

* *Oxyrhina Desorii*, AG.
Carcharodon megalodon ——
—— *polygyrus* ——

N.B. — Le specie segnate di asterisco sono eoceniche; le altre spettano al periodo miocenico; tra le prime havvene taluna però propria ai due periodi.

Nelle colline lungo la riva destra del Po, sorgono qua e là attraverso conglomerati, e molasse di vario genere, testate di calcare dove omogeneo, e dove brecciato. Quello contiene numerose impronte di fuchi, e questo in cambio dei Nummuliti. Giudicando dappresso quanto ho osservato nella valle della Bormida, io inclino a credere, che a questo medesimo terreno nummulitico si riferisca la maggior parte dei conglomerati di essa collina, e la molassa che più approssima i sopranominati calcari, nella quale si trovano pur anche denti di Squalo dei generi qui sopra citati, e Nautili indubitatamente nummulitici. Di questi ne rinvenni eziandio nell'arenaria a grana fina, verdiccia, associata al calcare presso le terme d'Acqui. Ciò posto il terreno mioceno diminuisce molto della sua grossezza; inferiormente comincierebbe poco sopra gli strati coi fossili nummulitici trovati nella valle del Tanaro, e finirebbe superiormente presso i conglomerati, che rivestono il gesso.

Il terreno nummulitico nel bacino del Po passa al terreno miocenico, e questo a quello posteriore, il plioceno, in maniera graduata, e con transizioni così poco sensibili, che riesce difficilissimo il segnare il limite preciso a ciascun di essi, anzi lo studio accurato delle loro roccie, e dei loro fossili tende a far conchiudere, che tutti questi terreni si formarono in mezzo a condizioni fisiche sottoposte a un lento e progressivo cambiamento; ciocchè spiega la confusa mescolanza dei fossili, che regna in questi tre terreni, principalmente negli strati che confinano insieme.

mente s'incontrano sul dorso dei monti, sul fondo delle valli, alla superficie delle moriccie, s'incontrano pure nel terreno diluviale delle pianure.

I partigiani dell'epoca ghiacciale invocano a favore della loro opinione la forma dei cumuli diluviali, l'assenza in essi di spoglie organiche, e lo stato della superficie dei ciottoli, che al loro dire è finamente rigata in direzioni determinate, come è il dorso delle montagne in alcune particolari località. Malgrado quanto ne hanno detto uomini, verso cui professiamo grandissima stima pell'alto loro sapere, noi non sappiamo deciderci ad abbracciare altra opinione, che non sia quella, che risguarda questo terreno opera di sterminate correnti, o fiumane, nate pella quasi istantanea liquefazione di antichi ghiacciai, e dalla rottura degli argini dei laghi, che in quei lontanissimi tempi esistevano, come adesso, nei convalloni delle montagne.

Che le acque possano lasciare depositi simili alle pretese moriccie antiche non se ne può dubitare, avendone le prove nelle dune, scanni, banchi, che a poco a poco si formano allo sbocco de' grandi fiumi nel mare (1). Un'altra ragione ancora più stringente per attribuire il terreno diluviale a fiumane, e non a uno sterminato ghiacciaio, sta nella distribuzione dei ciottoli; imperocchè se codeste rovine fossero state tolte al loro posto, e parte spinta altrove dalla pressione di scorrenti ghiacciai, e parte arrivatavi sdrucciolando sulla loro superficie, noi ora ne troveremmo rimescolate di tutte le specie, e di tutte le grandezze tanto allo sbocco delle valli, come nel mezzo delle pianure. Ma la bisogna si passa in maniera molto diversa: per ciò che risguarda la mole noi abbiamo altrove avvertito, che i massi risiedono di preferenza sul dorso dei monti, e sul fondo delle valli, ma considerando lo sperperamento di quelle rovine in una maniera generale, esse impiccioliscono a mano a mano, che, dalla catena di cui furono parte, avanzano nelle sottostanti pianure; e se quivi se ne trovano tuttavia di una grandezza maggiore a quella, che il declive del suolo, e la profondità delle circostanti valli permettono ragionevolmente di calcolare, che possano esservi state condotte da correnti semplici, bisogna aver presente lo stato vischioso o melmoso di quelle acque, per cui, indipendentemente dalla massa e celerità, n'era accresciuta la forza fluitante; inoltre è molto probabile che in quell'uffizio

---

(1) V. Beaumont, *Leçons de Géologie pratique;* e De-la-Bèche, *Manuel de Géologie.*

di veicolo abbiano avuto a coadiutori i massi di ghiaccio, che discendevano dalla cresta dei monti insieme colle fiumane. Un tale ordine nella distribuzione dei ciottoli suppone una diminuzione nella forza delle fiumane a misura che si scostavano dal luogo di partenza. Quando si consideri attentamente ogni cosa, si conviene, che non poteva essere diversamente, stantechè avanzando raggiungevano un suolo meno inclinato; giunti poi allo sbocco delle valli si allargavano su considerevole spazio, ed oltre a ciò incontravano un ostacolo nel mare plioceno, che bagnava in allora le falde delle Alpi, come fanno testimonianza gli abbondanti depositi conchigliferi ivi rimasti.

È poi legge di natura immutabile, che quando due o più correnti s'incontrano, la rapidità ne resta modificata, ed il rimescolamento non accade, se non dopo che hanno corso di conserva un buon tratto. Ora come è fatto lo sperperamento, e il rimescolamento dei ciottoli diluviali corrisponde appuntino alle enunciate proprietà delle correnti. Hassi infatti allo sbocco delle valli i maggiori cumuli composti esclusivamente delle roccie dei monti lunghesso la valle medesima; alquanto più sotto i loro ciottoli sono distesi in letti, e cominciano a vedersi uniti a quelli delle roccie delle valli laterali; allontanandosi maggiormente si allargano le liste di ciottoli rimescolati, infine a distanza più grande ancora il mescuglio diviene compiuto e perfetto, non solo tra i ciottoli delle vicine valli, ma tra quelli della generalità delle roccie di cui è composta la catena circostante alla pianura, ove versarono le antiche fiumane. Di ciò porge convincentissimo esempio la pianura del Piemonte, e quella della Lombardia, come ci fa consapevoli il Breislak nella sua *Descrizione geologica della provincia di Milano.*

Negare come fanno certuni alle correnti antiche la forza di traslocare ciottoli e massi, non mi pare partito ragionevole, nè conforme a quanto avviene tuttodì. Nessuno ignora le catastrofi che di quando in quando si hanno a lamentare nelle Alpi per inondazioni ciottolose e melmose, in seguito a improvvise rotture di argini di laghi, ecc. (1). Io medesimo fui testimonio insieme con Beaumont e Charpentier della forza fluitante delle fiumane melmose, trovandomi appunto sulla strada tra Martigny e S. Morizio nel vallese al momento dell'allagamento di una parte di essa per

(1) V. Charpentier, *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône. Lausanne 1841.*

non so quale rottura capitata verso la sommità *de la dent du midi.* Ma poi quegli stessi, che ricusano una tale forza alle acque diluviali, l'ammettono, forse senza accorgersene, alle acque dei tempi anteriori, giacchè ch'io sappia, nessuno fin'ora impugnò che i terreni mioceno e nummulitico subalpino sieno opera di correnti; ebbene tra i suoi componenti si trovano numerosi strati ciottolosi, e perfino massi di parecchi metri cubi, di una mole insomma uguale, se non superiore a quella dei più grossi massi dispersi o sperperati *(blocs erratiques).* Quando si volesse anche regalare a quell' epoca un periodo ghiacciale, non si potrebbe fissare durante il trasporto dei massi, avvegnachè non è raro rinvenire fissati su essi gusci di ostriche, e di altri molluschi, che passano la vita attaccati allo scoglio su cui la ricevettero (1).

Il terreno diluviale ciottoloso superiore mancando di spoglie animali, s'invocò tal fatto da chi parteggia per il periodo ghiacciale. Ma perchè s'accetti l'asserzione colle sue conseguenze bisognerebbe dimostrare, che non spettano al diluvio gli strati di sabbia, e di argilla inferiori al suaccennato terreno ciottoloso contenenti in Piemonte, e dappertutto altrove spoglie di Pachidermi, di Ruminanti, ecc., come Mastodonti, Rinoceronti, Elefanti, Cavalli, Bovi, Cervi, ecc. ecc. Confesso di essere stato di un avviso opposto a quello, di cui ora mi faccio difensore, come si può vedere nelle già citate mie Memorie, dove colloco codesto terreno nella parte superiore dei sedimenti plioceni. Vedendo di poi com'è legato agli strati ciottolosi, che gli stanno sopra, e come differisca da quelli, che gli sono sotto, d'origine evidentemente marina, mi persuadei, che per sfuggire un errore bisognava venire alla concessione, che qui per amore del vero, mi credo in debito di dover fare. Ai mammiferi sono spesso associati molluschi terrestri, e fluviatili. In alcune contrade questo terreno racchiude cospicui depositi di piante appena appena alterate; così succede tra Ciamberì e Aix nella Savoia. Arrivarono desse colà fluitate da improvvise fiumane, ovvero sono l'opera lenta e continuata per secoli di grossi ma calmi fiumi? Io inclino a questa seconda opinione, principal-

---

(1) Non riferisco molti fatti a difesa dell'opinione che sostengo, perchè non farei che riprodurre ciò che fu detto da altri. Chi però desiderasse di essere più minutamente informato su questa interessante questione, io lo consiglio a leggere il libro citato del CHARPENTIER, e l'interessante Memoria del Cavaliere Giacinto DI COLLEGNO, *Note sur le terrain erratique du Revers méridional des Alpes*, inserita nel *Bulletin de la Société Géologique de France. Deuxième série, Tom. 2, pag. 281.*

mente perchè tanto di qua, come di là delle Alpi rinvennersi negli strati confinanti coi plioceni marini resti di Trionici, e di altri animali, i quali hanno tali abitudini, che non trovavano a soddisfare, se non lungo grossi fiumi.

Regolando il nostro giudizio circa la configurazione della catena alpina durante il periodo pliocene, dalla distribuzione dei sedimenti di tal epoca troviamo che doveva raffigurare un'isola assai più lunga, che larga, tutta frastagliata da golfi e seni, dove mettevano foce torrenti e fiumi. Collo sconvolgimento ingenerato dal melafire le acque al primo impeto uscirono dai proprii alvei, e congiunte a quelle risultanti dalla liquefazione dei ghiacciai, che coronavano i più alti monti, scesero al mare recandovi tutto ciò, che loro si parava innanzi, come animali, piante, sabbia, ghiaia, ciottoli, massi, ecc. Se poi ricerchiamo come sia fatta la distribuzione di questi materiali, noi siamo quasi maravigliati, che le argille, le sabbie, gli animali, le piante ecc., insomma le roccie composte di parti sottili, e i corpi più leggieri soggiacciono, come già si disse, ai depositi ciottolosi, mentre pare, che dovrebbe essere precisamente il contrario. Anche questo fatto mi pare consentaneo alla maniera con cui deve essersi passato il fenomeno. Imperocchè, secondo c'insegna la fisica, la fondita dei ghiacciai non potè essere istantanea, motivo per cui le fiumane al momento del sollevamento non ebbero la forza fluitante, che acquistarono di poi, dopo cioè un certo spazio di tempo. Frattanto le prime acque diluviali somministrate dai fiumi, e dalla rottura dei laghi scoparono la terra dei corpi organici, e delle parti sottili, le quali, mentre si deponevano, furono per la sopravvenuta liquefazione dei ghiacciai strascinati al basso ciottoli e massi, i quali gli si deposero sopra; a questa maniera stanno le roccie o materiali del terreno diluviale; ora io domando, se si potrebbe colla teoria dei ghiacciai renderne ugualmente ragione?

Resta a discorrere delle roccie rigate e brunite. Per taluni questo fatto è inconciliabile colla teorica delle fiumane, mentre secondo loro va a segno con quella dei ghiacciai, imperocchè il medesimo fatto avviene tuttodì alle roccie coperte da ghiacciai. Cotestoro senza avere torto, hanno però nemmeno tutta la ragione, che pretendono, stantechè, siccome dimostrò il Beaumont, le correnti melmose trasportando ciottoli e massi sono attissime a rigare, e brunire le roccie su cui passano. Non riferisco le ragioni date a questo proposito dal sommo Geologo Francese, potendo

ognuno leggerle nel *Bulletin de la Société Géologique de France* (1). Mentre sono fatto persuaso delle idee del BEAUMONT per avere avuto occasione le molte volte di osservare nelle Alpi nostre i medesimi fatti da lui invocati, mi credo in debito di qui ricordare ciò, che dissi in altre mie Memorie, e che apparisce eziandio dal contesto della presente digressioncella, ed è l'esistenza di grossi ghiacciai durante il periodo pliocene, i quali, come quelli de' tempi nostri, subirono movimenti per l'avvicendarsi delle stagioni, e da ciò nacquero le righe, e il pulimento di certe roccie. Conviene pertanto distinguere due sorta di righe, e di pulimento: quelle che sono fattura dei ghiacciai antichi, e quelle che provengono dalle correnti melmose diluviali: così pure i cumuli di detriti attualmente risguardati come moriccie antiche, vogliono essere divisi in moriccie vere, e in dune antiche, o pseudo-moriccie; le prime sono confinate verso le parti superiori delle valli, e nei valloni; le seconde sono poste allo sbocco delle valli, e invadono le pianure alla maniera accennata.

NOTA.

Era scritta la presente Memoria quando comparve nel *Bulletin de la Société Géologique de France, deuxième Série, Tom. 7. pag.* 554 l'interessantissimo lavoro sul terreno diluviale dei signori Ch. MARTIUS e B. GASTALDI *(Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Po aux environs de Turin, comparés à ceux du bassin Helvétique)*. Gli Autori ci danno una minuta descrizione della composizione, forma e posizione dei cumuli diluviali, dune, che si trovano allo sbocco delle valli della Dora Riparia, e della Dora Baltea. Caldi sostenitori della teoria dei ghiacciai cercano di provare con un' ingegnosa argomentazione, che quei cumuli sono moriccie di antichi ghiacciai, ma nello stesso mentre convengono, che il sedimento più superficiale di ciottoli, e ghiaia stratificato, che dalle falde di quelle collinette si distende su tutta la pianura alla sinistra del

---

(1) V. *Bulletin etc. Deuxième série, Tom. 2 et 3, pag. 277 et 248.* — V. BEAUMONT, *Annales des Sciences naturelles, Tom. XIX. pag. 66.* — V. COLLEGNO, Elementi di Geologia pratica e teorica. Capitolo XXXII. pag. 424.

Po, sia lasciato da correnti alimentate, second'essi, dalla fondita annuale dei ghiacciai; ammettono in definitiva che il terreno di trasporto antico superficiale sia opera in comune dei ghiacciai, e delle correnti provenienti dalla lenta loro fondita. Hannovi ciottoli il cui minore diametro giunge a o, 3, ed anche più. A traslocarli su un suolo poco inclinato com'è quello della vallata del Po, vi abbisognò una corrente assai gagliarda, la qual cosa suppone la fondita precipitosa dei ghiacciai. Ora se la temperatura atmosferica fosse stata tale da operarla, in tal caso, domando io, come avrebbero potuto formarsi, e conservarsi i ghiacciai per tutto quel tempo, che vi volle, affinchè si compissero gli svariati fenomeni, che gli attribuiscono?

Non è questa la sola obbiezione, che si possa opporre a chi difende il sistema fondato sui ghiacciai. Tra le molte altre, che si potrebbero produrre non mi pare senza un gran peso quella, che le viene dalla presenza delle spoglie di grossi mammiferi negli strati sabbio-melmosi. È bensì vero, che i partigiani di codesta scuola pretendono trionfare della difficoltà con un allagamento della superficie terrestre, che fissano immediatamente prima del periodo ghiacciale. Ma qual è il fatto che autorizzi un tale concetto? Noi comprendiamo, che all'occorrenza del sollevamento che pose fine all'epoca pliocena, sia successa un'inondazione, la quale, come abbiamo avvertito, lasciò gli strati sabbio-melmosi con fossili terrestri e quelli ciottolosi, che vi stanno sopra; ma per separarli, ed attribuire quelli a fiumane, e questi a ghiacciai, bisognerebbe corroborare la proposta con tali fatti da cui risultasse, che fuvvi tra la formazione degli uni, e quella degli altri uno scompiglio nella corteccia terrestre, come un sollevamento, od un'altra qualsiasi perturbazione nelle leggi che governavano il globo, onde emerga la ragione della grande mutazione nella temperatura. Per me, dico la verità, non so acconciarmi con una tale idea, perchè oltre il non essere applicabile a tutti i fatti diluviali, parecchi poi le sono contrarii. Così appunto io giudico, che sia la mancanza del terreno diluviale superficiale dietro le dune di Rivoli e di Ivrea, la qual cosa è stata sentita dai distinti Autori dell'interessante Memoria, che diede luogo alla presente nota.

Qualora si credessero i difensori del sistema ghiacciale d'accordo tra loro, si sarebbe in un gran errore, stantechè codesti signori non s'intendono tra loro più di quello, che c'intendiamo noi con essi loro. E ciò è tanto vero, che uno dei seguaci più affetti alla teoria dell'Agassiz, il

sig. Desor, fa precedere il periodo ghiacciale al deposito degli strati colle spoglie di Pachidermi, ecc., mentre un suo coopinante circa al fenomeno generale, il sig. Collomb, porta un giudizio tutt'affatto contrario. Questi, guidato dalle proprie osservazioni sul terreno diluviale delle Alpi, delle pianure Renane, e delle valli dei Vosges, e forse anche condotto dal lume della ragione a vedere l'inverosimiglianza, che contrade coperte di ghiaccio fossero popolate di animali e di piante, conchiude, che i ghiacciai hanno solamente acquistata la loro massima estensione, dopo la formazione del diluvio con fossili, dimodochè mentre la terra era abbellita dalla presenza di esseri organizzati, i ghiacciai erano confinati, come presentemente sulle cime delle catene montagnose (1).

Noi non vogliamo entrare in maggiori discussioni su questo argomento, tanto più che dovremmo ripetere alcune delle cose da noi dette, allorchè nelle nostre Memorie sulle Alpi, parlando del terreno diluviale, delle dune, ecc. ecc., ci siamo dichiarati partigiani della teoria delle correnti. Dopo d'allora i fautori di ciascuna teoria non si restarono dal fare ricerche, onde illuminarsi a vicenda, ma fin'ora nessuno si crede vinto, nè convinto dal suo avversario, pertanto anch'io rimango costante all'adottata opinione, perchè mi pare superiore alla sua minorenne, voglio dire a quella dei ghiacciai, nel rendere conto del modo con cui si passarono i fatti, che fanno testimonianza, che regnò alla superficie terrestre un ordine di cose diverso dalle attuali.

RIEPILOGO.

Dalla fatta narrazione si raccoglie:

1.° Che nelle regioni alpine descritte vi sono tre sorta di roccie: le plutoniche, le cristalline e le sedimentose.

2.° Che vi sono roccie plutoniche di differenti epoche geologiche.

---

(1) Anche il Dottore Eugenio Sismonda è di quest'ultimo avviso, ed in un recente suo lavoro, intitolato: *Osteografia di un Mastodonte angustidente*, considera i nostri antichi ghiacciai alpini siccome posteriori al periodo, in cui i Pachidermi diluviali abitavano la valle del Po, anzi ripete la loro scomparsa dalla causa medesima, che diede poi ai ghiacciai tutta quella straordinaria estensione, che li fece capaci di produrre quei grandiosi fenomeni, i quali caratterizzano l'epoca ghiacciale così detta.

3.° Che nel pendìo orientale le roccie plutoniche sono più abbondanti, e più numerose, che non sul pendìo occidentale.

4.° Che all'abbondanza delle roccie plutoniche, ed alla loro distribuzione puossi ragionevolmente accagionare il ripido declive della catena alpina dalla parte della vallata del Po, per rispetto a quello della parte opposta, dove i monti sono principalmente formati da roccie stratificate.

5.° Che vi sono due sorta di roccie cristalline: le primitive? e le metamorfosate. Tutto porta a credere che quest'ultime sieno di un'epoca anteriore alla liassica.

6.° Che le roccie sedimentose, comprese nella cerchia in cui s'aggira la nostra descrizione, secondo la maniera nostra di vedere, spettano all'uno, o all'altro dei seguenti terreni della formazione giurassica:

Liassico;
Oolitico inferiore?;
Osfordiano inferiore;
Kimmeridiano, portlandiano, ecc. (1).

7.° Le roccie di codesti terreni sono anch'esse metamorfosate, ma raramente alla maniera di quelle più antiche, le quali sono sotto molti rispetti consimili alle primitive.

8.° Le roccie dei due opposti pendii alpini appartengono ai medesimi terreni. Le loro differenze mineralogiche sono conseguenze del diverso grado, o stato di metamorfosi.

9.° Il terreno sciolto di cui è vestito il dorso di molti monti, come pure quello, che copre il fondo delle valli è opera dove dei ghiacciai plioceni, e dove è stato lasciato dalle sterminate fiumane, che corsero la superficie terrestre tra il finire di codesta epoca, ed il cominciare della presente.

Non è solamente oggi, ch'io dichiari contemporanee le roccie stratificate dei due pendii delle Alpi. Ciò appare più o meno chiaro, anzi talvolta è detto con insistenza nelle diverse mie Memorie su codesta catena. Ma avrei torto a pretendere di essere stato il primo a parlare in questo senso, giacchè il Brochant, e poi il Beaumont l'hanno presentito, così esprimendosi il primo nelle conclusioni della sua Memoria sulla Taran-

---

(1) V. la nota posta nella colonna delle *Osservazioni* del quadro seguente, dove si accenna il calcare rappresentante questi terreni.

tasia ..... 2.e *les terrains de transition ont beaucoup de rapports avec les terrains primitifs qui se trouvent dans cette partie des Alpes, depuis le Mont-Cénis jusqu'au St-Gothard, puisqu'ils renferment beaucoup de roches semblables, telles que le calcaire grénu micacé ou talqueux, le quartz en masse, le schiste micacé, qui dominent souvent dans l'un et l'autre terrain.*

Il secondo, nella Memoria sul colle *du Chardonet*, dice ..... *par un hasard heureux pour les Géologues, il se trouve là un espace assez considérable dans lequel les couches ont été simplement inclinées, sans subir de grandes contorsions, ni d'altérations considérables; mais, à mesure qu'on s'éloigne de cette petite région qui semble avoir été protégée d'une manière particulière et qu'on s'approche de la suite continue des masses primitives qui se divise du Mont-Rose vers les montagnes situées à l'ovest de Coni, on voit les* couches secondaires *perdre de plus en plus les caractères inhérents à leur mode de dépôt, etc. etc.*

A noi s'appartiene lo svolgimento di questo concetto, avendo prodotto a sua dimostrazione un gran numero di fatti per lo innanzi ignorati.

QUADRO DEI TERRENI

nella catena delle Alpi tra il monte Bianco, e la Contea di Nizza (1)

TERRENI	ROCCIE PRINCIPALI	LOCALITÀ PRINCIPALI	OSSERVAZIONI
Terreno giurassico superiore, rappresentante l' argilla di Kimmeridge; l'oolite di Portland; l'argilla terrosa con zoofiti (*Coral-rag*).	Calcare ove cristallino, e ove compatto, bigio più o meno scuro con arnioni selciosi, zoofiti, ed altri corpi organici.	Attorno il monte *Ambin* al S. O. del Montecenisio; al Colle della Rò; al monte Tabor; contorni di Briançon; al Colle del Lauzanier (Pouriac); al Colle Des-Monges; nella parte superiore delle valli di Pesio, di Vermagnana, della Stura, ecc. ecc. (2).	Il calcare che riferiamo a questi terreni è in più luoghi metamorfosato in gesso. Racchiude pochi fossili, e questi in cattivo stato ed irreconoscibili. Non mi farà maraviglia se in progresso di tempo si riconoscerà su qualche punto delle Alpi, e principalmente nel gruppo di monti, che approssima gli Apennini, che la parte inferiore del calcare ascritta in massa a questi terreni, appartenga al terreno osfordiano superiore, denominato dai Geologi Francesi *Calcaire de la porte de France.*
Terreno antracitoso superiore rappresentante le argille, e le marne osfordiane inferiori.	Psammite; arenaria; calcare scistoso; conglomerati; antracite piuttosto in abbondanza.	Monti des Houches presso Chamonix; la Thuile nella valle d'Aosta; Piccolo San Bernardo; monti di S. Foy, Aime, valle del Doron presso Moutiers, ecc., nella Tarantasia; S. Michel, ecc., nella Moriana; monte Ambin suddetto; Piccolo S. Bernardo; Becco di Nona presso Aosta; i monti all'origine della valle della Dora Riparia; valloni di Bellino, e di Unies nella valle della Maira; vallone di Frise, al Pergo grande, al Colle delle Ortiche nella valle della Stura; i monti all'origine delle valli della Corsaglia, della Lanza, della Vermagnana, del Pesio, del Tanaro, ecc. ecc. (3).	La parte inferiore di questo terreno consta generalmente di conglomerati, e di scisti più alterati di quelli posti nella parte superiore di esso. Coll'antracite, e nello scisto argilloso ad essa associato si trovano impronte di fusti, e di foglie secondo A. Brongniart diverse da quelle, che accompagnano gli scisti belemnitici di Petit-Cœur nella Tarantasia. *Annales des Sciences naturelles* Tom. 15. pag. 375 (4).
Terreno antracitoso inferiore (parte superiore). Liasse superiore.	Calcare cristallino, bigio-chiaro in grossi banchi; calcare scistoso bigio-scuro con fossili; breccia calcare cristallina; poddinga quarzosa; quarzite; scisti, ecc. ecc.	Villet nella Tarantasia; Colle des Encombres (5); Moutiers; Colle du Chardonet; Aiguilles d'Arves?; borgo S. Morizio nella Tarantasia; Chapiù; Colle du Bonhomme; Colle de la Seigne; Cormajeur; Cogne nella valle della Dora Baltea; Montecenisio; Oulx, Bardonèche nella valle della Dora Riparia; Argentera nella valle della Stura; valle della Maira, ecc. ecc.	La più gran parte del gesso nelle Alpi è una metamorfosi del calcare di questo periodo. Al colle des Encombres rinvenni nel calcare scistoso scuro, confinante col gesso, i fossili citati alla pag. 22, i quali mentre assicurano essere il posto assegnato al calcare nella classificazione dei terreni quello, che gli compete, corroborano indirettamente tutte le altre divisioni, come abbiamo procurato di far risultare nel corso della Memoria.

TERRENI	ROCCIE PRINCIPALI	LOCALITÀ PRINCIPALI	OSSERVAZIONI
Terreno antracitoso inferiore (parte inferiore). Liasse inferiore.	Calcare scistoso cristallino; breccia calcare; scisto argilloso, alterato (ardesia); scisto argilloso listato, alterato (*rubané*); arenaria; ecc. ecc.; le roccie di questo gruppo nelle Alpi rivolte verso oriente contengono spesso il grafite.	Contorni di Chamonix; Petit-Cœur nella Tarantasia; Colle della Maddalena; S. Julien nella Moriana; Bourg-d'Oisan in Francia; valli del Pellice, d'Angrogna, del Clusone, delle due Dore, ecc ecc.	Le roccie di questa parte del terreno liassico sono alterate del pari di quelle dei singoli terreni soprapposti, e racchiudono antracite, ma non in così grande quantità come il terreno da noi ammesso per il rappresentante delle argille, e marne osfordiane inferiori. A Petit-Cœur, e altrove gli scisti racchiudono Belemniti, e alternano con calcare scistoso improntato di piante particolarmente di foglie, secondo il giudizio de' più valenti Fitologi del periodo carbonifero; l'associazione di roccie con fossili di età così disparata, come sono le Belemniti, e le piante carbonifere, è stata causa di molte dispute, che non furono senza qualche vantaggio pella scienza; ma sarebbero state più presto finite, qualora fosse stato possibile conoscere le specie di Belemniti. Per buona fortuna trovaronsi di poi negli scisti del Colle della Maddalena, posti al medesimo orizzonte geologico, impronte vegetali identiche a quelle di Petit-Cœur, e Ammoniti stati riconosciuti liassici. Per ultimo, la scoperta dei fossili nel calcare del Colle des Encombres dimostra sempre più, che si ebbe ragione a non cedere alle obbiezioni, che su questo punto venivano fatte ai difensori delle opinioni Bomoniane (6).
Conglomerato infraliassico.	Poddinga con grossi ciottoli di roccie primitive, e di roccie metamorfosate, come quarziti, scisti, ecc. ecc.	Trient; Allevard; La-Ferrière; Valorsine; Ugine; Flumet; les Ouches;? Petit-Cœur; Colle du Bonhomme; valli della Stura di Lanzo; della Dora Riparia?; monte Bracco? presso Barge; contrafforti della Besimanda?, di Mondole?, ecc. ecc.	Nel quadro unito alla Memoria sui Terreni stratificati delle Alpi, che stampai nel Tom. III della 2.ª Serie delle Memorie accademiche non feci di queste roccie un gruppo particolare. Fu molto tempo dopo, che per non voler decidere se si avessero o no da unire al liasse, le chiamai con un nome, il quale complessivamente indica la loro giacitura inferiore alle roccie caratterizzate liassiche. Non mi consta essersi nelle Alpi trovati fossili nelle roccie di questo gruppo; non è improbabile che ve ne esistano. Siamo condotti a questa supposizione da che l'autunno scorso, siccome mi scrisse il sig. Conte Spada, il Savi, ed il Meneghini rinvennero nel Verrucano, ch'io credo contemporaneo a questi conglomerati, impronte piritose di piante simili a quelle di Petit-Cœur in Tarantasia. V. P. Savi e Meneghini, Considerazioni sulla Geologia della Toscana. Firenze 1851 (7).

TERRENI	ROCCIE PRINCIPALI	LOCALITÀ PRINCIPALI	OSSERVAZIONI
Roccie cristalline metamorfosate.	Gneiss granoso; quarzite felspatico; micascisto formato generalmente da quarzo granoso, e mica in piccole squame.	Nei monti alle falde della catena alpina dalla parte di levante, associate spesso allo gneiss porfiroide.	La maggior parte delle roccie qualificate come primitive, ritengo, che sieno sedimenti metamorfosati di questo periodo geologico, o di uno di quelli che l'hanno seguito davvicino.
Terreno primitivo?	Gneiss porfiroide; micascisto; steascisto.	Catena di montagne, che dal monte Bianco attraversa la Tarantasia, la Moriana ed entra in Francia. Si trova qua e là lungo la catena alpina dalla parte di levante.	Tra queste roccie e gli scisti liassici, od i conglomerati infraliassici havvi in più luoghi lungo la catena, che attraversa la Savoia, una roccia amfibolica particolare. L' interno, o l'anima di quella catena è di granito talcoso (protogina) come quello, di cui è in massima parte composto il colosso del monte Bianco.
Roccie plutoniche.	Granito; protogina; sienite; diorite; porfido quarzifero; serpentina; melafire, ecc. ecc.		Questa categoria di roccie, pel tratto della catena alpina, che traversa gli Stati di S. M. Sarda, è molto più numerosa, e molto più svariata sul pendìo orientale, che non sull'occidentale.

(1) Comincio questa Memoria con parlare del terreno primitivo, e via via arrivo al giurassico superiore. Nel presente quadro si segue l'ordine precisamente opposto, perchè per questo genere di esposizione un tal metodo ci pare meglio appropriato.

(2) Fournet aggiunge a queste località le seguenti: le cime dei monti di Macot; quelle dei monti attorno il Colle du Chardonet. Beaumont, nella Memoria sul Colle du Chardonet, *Ann. des Sciences naturelles*, pag. 373, dice: ..... *Ainsi le grès qui contient l'anthracite, le graphite, et les empreintes végétales du col du Chardonet serait à la fois superposé au lias, et recouvert par des couches contemporaines d'une partie de la série oolitique.*

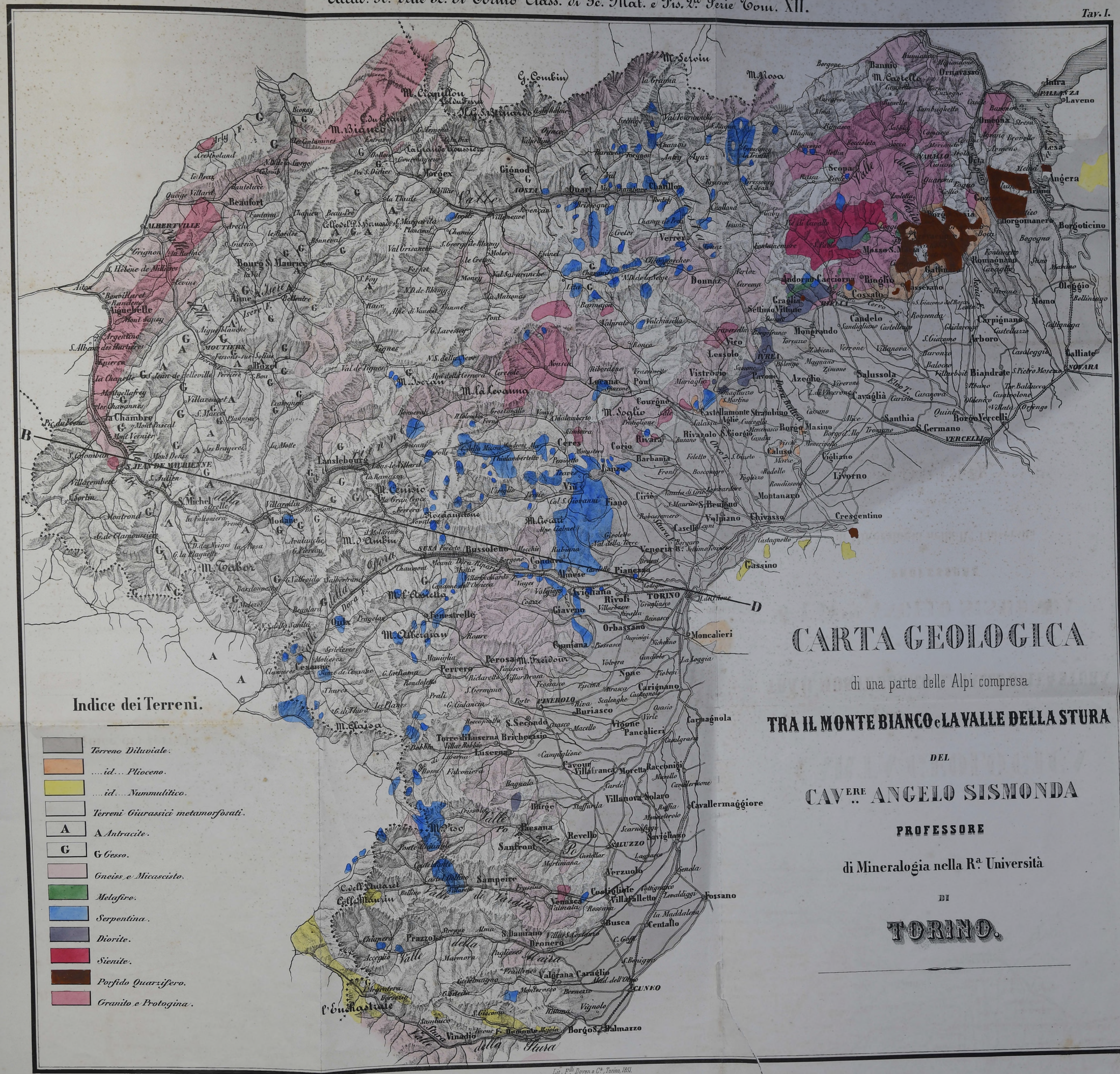
(3) Fournet cita con ragione il terreno in discorso nelle località seguenti: Macot, Bozel e Montagny, Valmeynier, Bonnenuit, vallon de Neuvachette, vallon de la Ponsonnière, le Lauzet, e le Chardonet.

(4) Nel quadro unito alla nostra Memoria sui terreni stratificati delle Alpi collochiamo in questo terreno il Verrucano Toscano. Dobbiamo ora avvertire che ci sbagliammo, poichè quella roccia corrisponde alle congeneri da noi denominate, per via dell'orizzonte che occupano, infraliassiche. V. P. Savi e Meneghini, Considerazioni sulla Geologia della Toscana, pag. 60. Firenze 1851.

(5) Fournet cita come appartenente a questo terreno il calcare des Aiguilles d'Arves, e del Colle des Encombres.

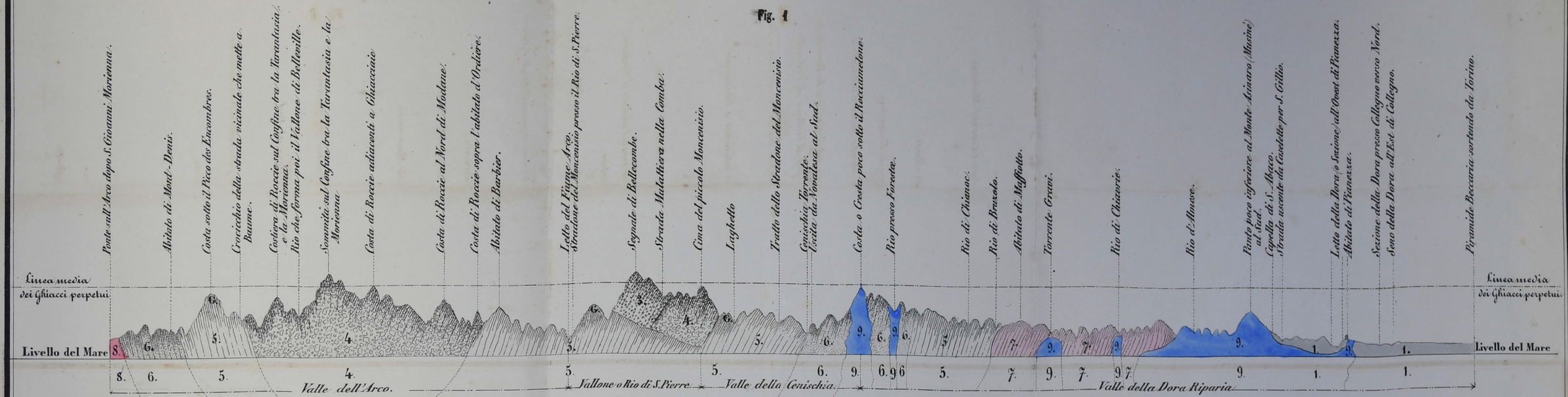
(6) Come dissi nella nota alla pagina 16 rinvenni nel calcare cristallino scistoso, nero, di Oisans nel Delfinato una Belemnite associata ad impronte vegetali, che parvero al Brongniart di Varechs liassici. Tanto la sua natura, quanto la sua giacitura dinotano, ch' esso spetta al gruppo degli strati con Belemniti, che a Petit-Cœur nella Tarantasia, e altrove lungo quella giogaia alterna con scisti argillo-calcari improntati di specie vegetali secondo le odierne conoscenze caratterizzanti l' epoca liassica. La presenza delle Belemniti ci aveva indotti a prescindere dalle impronte vegetali nel giudizio dell'età di quel terreno; ora siamo lieti di poter asserire che ve ne sono eziandio di quelle, che depongono nel senso nostro.

(7) Sono queste roccie, che il FOURNET propone di scindere in due gruppi, e di collocarne uno nel terreno triassico, e l'altro nel terreno carbonifero. Pone nel primo i conglomerati del Colle du Bonhomme, del lago di Champeix?, del Trient, del Colle Salenton; quelli di alcuni punti della valle di Chamonix, Chavants, S. Gervais; quelli del pendio Sud del Colle della Maddalena nella catena prospiciente i monti di Petit-Cœur, di Allevard, ecc. ecc.; al secondo ascrive i conglomerati di Trient, della Tête-Noire, dei Céblancs, di Argentières, des Ouches, di Ugine, della Rochette, delle alture du Pinsot, di Chalanges, delle Rousses, di Mont-de-Lans, di Péchagnard. Come abbiamo avvertito, noi non entriamo a discutere sulla divisione seguita dal celebre Geologo Francese, perchè manchiamo su tal punto delle debite cognizioni. Ma qualora venga ad essere confermata, confermata eziandio resterà la classificazione dei terreni soprapposti, e quindi emergerà più chiaro il rapporto da noi veduto tra questi terreni, e quelli meglio conosciuti del resto dell' Europa.


CARTA GEOLOGICA
di una parte delle Alpi compresa
TRA IL MONTE BIANCO e LA VALLE DELLA STURA
DEL
CAVERE ANGELO SISMONDA
PROFESSORE
di Mineralogia nella Ra Università
DI
TORINO.
Indice dei Terreni.
Terreno Diluviale.
....id... Pliocene.
....id.... Nummulitico.
Terreni Giurassici metamorfosati.
A Antracite.
G Gesso.
Gneiss e Micascisto.
Metafiro.
Serpentina.
Diorite.
Sienite.
Porfido Quarzifero.
Granito e Protogina.
M. Bianco
M. Cervino
M. Rosa
M. Cenisio
M. Viso
M. Tabor
M. Colma
M. Freidour
M. Soglio
M. Ceresa
M. Levanna
M. Iovran
M. Ambin
M. Albergian
M. Castello
M. Cicuillon
M. Serein
Cg. Coubin
Gran Paradiso
Valle della Dora
Valle della Stura
Valle di Varaita
Valle del Po
Valle della Maira
Valle della Orco
Valle della Sesia
Valle della Tanaro
Valle della Stura
ALBERTVILLE
Bourg S. Maurice
MOUTIERS
S. JEAN DE MURIENNE
Lanslebourg
Bozel
Aiguebelle
Beaufort
Morgex
Gignod
Ivrea
Verrès
Donnaz
Chatillon
Cogne
Lanzo
Ceres
Corio
Rivarolo
Rivara
Castellamonte
Strambino
Vistrorio
Pont
Lessolo
Vico
Settimo Vittone
Andorno Cacciorna
Biella
Cossato
Candelo
Monrondo
Azeglio
Salussola
Cavaglià
Santhia
Borgo Vercelli
S. Germano
VERCELLI
Masino
Caluso
Gattinara
Livorno
Crescentino
Chivasso
Valperga
Montanaro
Fiano
Ciriè
Venaria R.
Rivoli
TORINO
Avigliana
Giaveno
Orbassano
Moncalieri
Carignano
Carmagnola
Savigliano
Fossano
Cuneo
Borgo S. Dalmazzo
Vinadio
Demonte
Valdieri
Entraque
Valdieri
Pinerolo
Perosa
Perrero
Pramollo
Prali
Torre di Luserna
Luserna
Bricherasio
Pancalieri
Villafranca
Moretta
Racconigi
Villanova Solaro
Cavallermaggiore
Bra
Sanfront
Revello
Saluzzo
Sampeyre
Verzuolo
Costigliole
Villafalletto
Busca
Centallo
Dronero
Valgrana
Caraglio
Vignolo
Borgo S. Dalmazzo
Oulx
Cesana
Fenestrelle
Susa
Bussoleno
Condove
Almese
Pianezza
Ivrea
Lanzo
Ceres
Lessolo
Pont
Vistrorio
Castellamonte
Rivarolo
Rivara
Corio
Barbania
Vinovo
Fiano
Ciriè
Venaria R.
Rivoli

Spaccato secondo la linea B. D. sulla scala di 1. per 250,000 in lunghezza, e di 1. per 125,000 in altezza.

Fig. 1

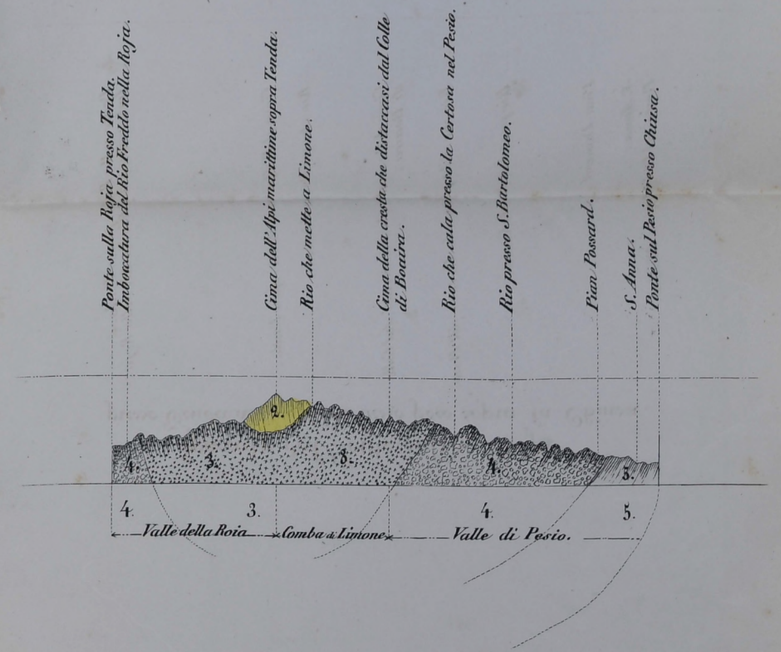


Indice dei Terreni.

1.	Terreno diluviale.
2.	Calcare nummulitico con scisti, e macigno.
3.	Calcare giurassico superiore.
4.	Roccie detritiche metamorfosati, Quarzite, Poddinga, Gneiss talcoso, ecc. (corrispondenti all'argilla dell'Oxford-Clay.)
5.	Calcare liassico superiore.
G.	Gesso.
6.	Scisti argillosi, Calcare scistoso metamorfosati del terreno antracitoso inferiore (liasse alpino inferiore.)
7.	Scisti talcosi, Steascisto porfiroide, e Gneiss talcoso metamorfosati (liasse alpino inferiore?)
8.	Gneiss, e Granito.
9.	Serpentina.

Fig. 2

Spaccato dal Ponte sulla Roja presso Tenda al Ponte sul Pesio poco sopra la Chiusa.



Lit. F.lli Doyen e C.a Torino 1851.